



Vliv přídatných automobilových potahů na výsledky měření H-bodu

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství

Studijní obor: 3911T023 – Řízení jakosti

Autor práce: **Bc. Petr Bárta**

Vedoucí práce: Ing. Hana Štočková





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering



Influence of additional automotive seat covers on H-point measurement results

Diploma thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering

Study branch: 3911T023 – Quality Control

Author: **Bc. Petr Bárta**

Supervisor: Ing. Hana Štočková



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Bárta**

Osobní číslo: **T14000086**

Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**

Studijní obor: **Řízení jakosti**

Název tématu: **Vliv přídatných automobilových potahů na výsledky měření
H-bodu**

Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte základní rešerši problematiky testování automobilových sedaček v rámci sériové výroby
2. Proveďte měření H-bodu s použitím vybraných sedaček a přídatných potahů
3. Vyhodnoťte vliv přídatných potahů a jednotlivých sedadel na výsledky měření
4. Definujte vhodné přídatné potahy k použití na vybraných sedadlech z hlediska H-bodu
5. Na základě zjištěných skutečností navrhnete vhodnou metodiku testování přídatných potahů z hlediska měření H-bodu

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ECE R17.04. UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS. Switzerland: UN Economic Commission for Europe, 2002.

2. VINCENC, Josef. Návrh zařízení pro testování a měření ovládacích sil automobilových sedadel. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Hana Štočková**

Katedra hodnocení textilií

Konzultant diplomové práce: **Ing. Petr Štoček**

Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **27. března 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2016**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 12. dubna 2016

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Petr Bárta
Osobní číslo: T14000086
Studijní program: PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ (N3957)
Studijní obor: Řízení jakosti (RJ) 3911T023
Zadávací katedra: Katedra hodnocení textilií (KHT)

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce z 13. 5. 2016 na 6. 1. 2017.

Odůvodnění žádosti: Změna pracovní pozice a s ní související časové vytížení, včetně častých pracovních cest mimo ČR.

V *Liberci* dne *27.5.2016*

Podpis: 

Vyjádření vedoucího práce:



Vyjádření vedoucího katedry:





Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi nějakým způsobem pomohli při zpracování této diplomové práce. Především bych chtěl poděkovat panu Davidovi Smutnému za věnovaný čas, odborné rady a technickou pomoc při provádění experimentu. Dále bych chtěl poděkovat vedoucí práce Ing. Haně Štočkové za odborné vedení a připomínky.

Osobní poděkování poté patří mé rodině a přítelkyni za podporu během celé doby studia.

Anotace

Práce je zaměřená na oblast testování automobilových sedaček během sériové výroby se zaměřením na měření H-bodu při použití přídatných automobilových potahů. Jsou popsány základní metody zkoušení, kontrolní systémy a vybrané prvky bezpečnostní výbavy. Dále je zkoumán vliv použití přídatných potahů na posun v trojrozměrném souřadném systému. Na základě výsledků experimentu jsou vyhodnoceny vhodné přídatné potahy pro použití na vybraných sedačkách z hlediska H-bodu a jeho tolerancí. Zjištěné závěry vedly k vytvoření návrhu metodiky testování těchto potahů. Jedná se o vodítko, jak by šly tyto produkty testovat i z jiného pohledu, než pouze jejich vlivu na funkci airbagu automobilové sedačky.

Annotation

The thesis is focused on the testing of car seats during serial production with a focus on measuring of the H-point, by using additional automotive coatings. There are described the basic methods of testing, control systems and selected components of safety equipment. Furthermore are examined the effects of the use of additional coatings to shift in a three dimensional coordinate system. Based on the results of the experiment are evaluated suitable additional coatings for use on the selected seats in terms of the H-point and its tolerance. These findings have led to the creation of the methodology for testing of these coatings. This is a clue as to how these products could be tested from a different perspective than just their effect on the function of the airbag for automobile seats.

Klíčová slova

H-bod, R-bod, automobil, sedačka, potah, testování

Key words

H-point, R-point, car, seat, cover, testing

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ODBORNÝCH TERMÍNŮ.....	11
ÚVOD	12
1. TESTY AUTOMOBILOVÝCH SEDAČEK.....	14
1.1 PERIODICKÉ TESTY	14
1.1.1 Ověřování ovládacích sil.....	15
1.1.2 Měření tvrdosti a hystereze sedadel.....	19
1.1.3 Prvky pasivní bezpečnosti a jejich testy.....	23
1.1.4 Zástavbové zkoušky.....	29
1.2 ZKUŠEBNÍ TESTERY A MECHANISMY VÝROBNÍ LINKY	30
1.3 TESTY VYCHÁZEJÍCÍ Z LEGISLATIVNÍCH POŽADAVKŮ	32
2. PŘÍDAVNÉ AUTOMOBILOVÉ POTAHY	37
2.1 OCHRANNÉ POTAHY	39
2.2 MASÁŽNÍ POTAHY	40
2.3 ODVĚTRÁVACÍ POTAHY	40
2.4 VYHRÍVANÉ POTAHY	40
2.5 SPORTOVNÍ POTAHY	41
3. PRAKTICKÁ ČÁST	42
3.1 SEDAČKY A PŘÍDAVNÉ POTAHY POUŽITÉ PŘI EXPERIMENTU	42
3.1.1 Parametry zvolených potahů	42
3.1.2 Parametry zvolených sedaček.....	44
3.2 ZAŘÍZENÍ, PŘÍPRAVKY A SOFTWARE	46
3.3 PLÁN EXPERIMENTU	47
3.4 POSTUP MĚŘENÍ.....	48
3.5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ.....	50
3.5.1 Tabulky surových dat.....	50
3.5.2 Použité statistické ukazatele	54
3.6 GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ.....	58
3.6.1 Grafy a tabulky pro jednotlivá sedadla	58
3.6.2 Grafy a tabulky po akceptování H-bodů sedadel bez přídatných potahů jako nominální hodnoty	62
3.7 ZHODNOCENÍ EXPERIMENTU.....	67
3.8 VHODNÉ PŘÍDAVNÉ POTAHY PRO POUŽITÍ NA TESTOVANÝCH SEDADLECH Z HLEDISKA H-BODU	68
3.9 NÁVRH METODIKY TESTOVÁNÍ H-BODU NA PŘÍDAVNÝCH POTAŽÍCH.....	69
3.9.1 Metodika a její konkrétní kroky	69
3.9.2 Jednotlivé kroky měření.....	70
4. ZÁVĚR	73
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	74

Seznam použitých zkratk a odborných termínů

1D – one-dimensional

2D – two-dimensional

3DH – 3D Digital Human – 3D figurína pro testování H-bodu

ABS – zkratka pro Antiblockiersystem nebo také Anti-lock Brake System, což znamená protiblokovací systém brzd

ANCAP – Australasian New Car Assessment Program

ČSN – chráněné označení českých technických norem

Dummy – název analogicky používaný pro 3DH figurínu

EHK – Evropská hospodářská komise

ESP – Elektronický stabilizační program, z anglického Electronic Stability Programme

EURO NCAP – European New Car Assessment Programme

FMEA – Failure Mode and Effects Analysis, analýza možných vad a jejich následků

H-bod – „H-bodem“ se rozumí střed otáčení trupu a stehna zařízení 3DH umístěného na sedadle vozidla, H-bod se nachází ve středu osy zkušebního zařízení, tj. mezi zaměřovači H-bodu na obou stranách zařízení 3DH

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)

Lordóza – zakřivení páteře (a analogicky zde opěradla sedačky) směrem dopředu

Poka-Yoke – metoda používaná k prevenci vzniku vad

R-bod – „R-bodem“ se rozumí konstrukční bod určený výrobcem vozidla pro každé místo k sezení a je stanovený ve vztahu k trojrozměrnému vztažnému systému

RPS – Reference point system, systém referenčních bodů v trojrozměrném systému

SBR – Seat Belt Reminder, systém detekující nezapnutý bezpečnostní pás

STV – Sitztieffenverstellung, délkové nastavení sedáku

Úvod

V současné době dochází k prudkému nárůstu produkce osobních automobilů. Automobiloví výrobci expandují na nové trhy a cílí na nové skupiny zákazníků. Se zvětšující se konkurencí je kladen stále větší důraz na rostoucí požadavky konečného spotřebitele a zvyšující se standard v oblasti kvality. To je spojeno jak s technickým provedením daných součástí, tak s jejich funkčními vlastnostmi a ergonomií při jejich finálním používání. Co se týče automobilových sedadel, dochází zde k velice úzkému propojení těchto parametrů. Tato část automobilu je během jízdy v neustálém kontaktu s tělem pasažéra. Vedle požadavků na design, musí splňovat hlavně požadavky na bezpečnost a zajistit, aby při jejím používání nedocházelo ke zdravotním potížím ani na delších trasách a při jízdě po nekvalitních komunikacích.

Vzhledem k dynamickému vývoji tohoto odvětví se rozšiřuje řada funkcí, které by měla sedadla splňovat. Samozřejmostí jsou vysoké nároky na kvalitu a odolnost použitých materiálů. Dále se dostává do popředí možnost různých geometrických nastavení tak, aby si individuální zákazník nastavil parametry podle svých potřeb. V neposlední řadě je zde množství doplňkových funkcí, jako klimatizace, upozornění na nezapnuté bezpečnostní pásy, nafukovací vaky u sportovních modelů, airbagy, nebo masážní programy u luxusnějších řad.

Vedle zákaznických požadavků je v první řadě nutné dodržovat podmínky dané legislativou. Homologace každého automobilu je spojena s velkým množstvím zkoušek, které je třeba splnit, aby mohl být uveden do provozu. V rámci Evropské unie je mimo jiné nutné dodržet standardy uvedené v normě evropského parlamentu a rady 2007/46/ES a v normách daných předpisy Evropské hospodářské komise (dále pouze EHK). V případě sedadel je to především předpis EHK č. 17 [1, str. 17].

V průběhu vývoje a výroby je prováděna celá řada testů. Pro splnění jak legislativních, tak zákaznických podmínek je nutné ověřovat parametry během výroby každého kusu, nebo v rámci periodických testů na náhodně vybraných vzorcích.

Rešeršní část práce bude zaměřena na analýzu současného stavu testování automobilových sedaček v rámci sériové výroby. Účelem je rozšířit potencionálnímu konečnému zákazníkovi přehled o attributech, které musí splňovat jedna z velice důležitých

částí osobního automobilu. Budou zde popsány základní charakteristiky a jejich kontrolní testy prováděné na kompletních sedadlech. Ty poté budou rozděleny do několika skupin. První část se zaměří na informace o periodických testech ovládacích sil u předních i zadních sedadel, včetně hlavových opěradel. Dále budou popsány vybrané prvky pasivní bezpečnosti jako airbagy nebo bezpečnostní pásy. Ve zkratce se bude práce věnovat zástavbovým zkouškám a kontrolní technice, která se v současnosti používá. Během výroby je nutné také splňovat rozsáhlé legislativní požadavky – pro účely práce budou zvoleny vybrané body z předpisu EHK č. 17. V poslední části rešerše budou popsány části a vlastnosti originálních automobilových potahů a také běžné produkty z řady přídatných potahů včetně jejich funkcí a vlastností.

V rámci experimentu se bude ověřovat vliv použití přídatných automobilových potahů na měřitelné charakteristiky v rámci měření H-bodu. Výrobky vyskytující se na trhu jsou většinou ověřovány z hlediska použitelnosti u sedadel vybavených airbagem. V této oblasti jsou Ministerstvem dopravy udělovány atesty, které schvalují použití vybraných produktů. Chybí však posouzení z hlediska jedné z nejdůležitějších charakteristik, která má vliv na stěžejní parametry a tou je právě H -bod. Jeho poloha určuje uspokojivou polohu k sezení osob ve vozidle z hlediska ergonomie nebo bezpečnosti a je podkladem pro provádění testů, včetně těch nárazových. Při změně jeho polohy mimo stanovené tolerance totiž dochází k vychýlení těla mimo pozici vhodnou k ideální práci bezpečnostních prvků vozidla. Pasažér se tak vystavuje zvýšenému riziku poranění.

Cílem práce bude, s použitím experimentu, provést porovnání naměřených výsledků H-bodu u sedadel bez a s použitím vybraných přídatných potahů. Ověření by mělo prokázat změnu parametrů H-bodu a současně sloužit jako kontrola, zda při jejich použití nedochází k posunutí mimo předpisem stanovené tolerance. Pro účel experimentu budou vybráni zástupci masážních potahů využívajících dřevěné kuličky a magnety a dále po jednom zástupci potahů sportovních a vyhřívaných. Dalším cílem pak bude určit, které z testovaných produktů jsou a které nejsou vhodné k použití na testovaných sedadlech vzhledem ke zkoumané problematice. Zjištěné informace by poté měly být nápomocné k vytvoření návrhu metodiky, s pomocí které by bylo možné zkoumat míru vlivu přídatných potahů na souřadnice H -bodu. Tato metodika by zároveň do budoucna mohla sloužit například jako vodítko pro udělení Národního schválení.

1. Testy automobilových sedaček

Testy sedaček v rámci sériové výroby byly rozděleny do několika skupin. První oblastí jsou ty periodické. Jedná se o zkoušení, které není prováděno na každém vyráběném kuse a délka periody se odvíjí od významnosti zkoušené vlastnosti, nařízení výrobce automobilu, případně potenciálních problémových oblastí zjištěných ve fázi vývoje. Výrobce nebo zákazník určí časový harmonogram zkoušek tak, aby bylo co nejvíce omezeno riziko výroby vadného kusu a zajištěna co nejkratší prodleva mezi případným vznikem problému a jeho odhalením. Vše musí být zároveň v souladu s ekonomickými a kapacitními možnostmi všech zúčastněných stran. Kapitola periodických testů se věnuje ovládacím silám u manuálních sedadel. Dále, v rámci měření komfortu polyuretanových pěn, bylo vybráno měření tvrdosti a hystereze. Z pohledu kontroly sériové výroby každého kusu jsou popsány vybrané nástroje a metody, jako je například Poka-Yoke. Toho se využívá především pro kontrolu kritických (bezpečnostních, funkčních,...) charakteristik. V neposlední řadě jsou uvedeny také informace o prvcích pasivní bezpečnosti a zástavbových zkouškách.

1.1 Periodické testy

Provádění periodických testů je řízeno interními normami jednotlivých výrobců, které jsou téměř výhradně důvěrné. Jejich množství závisí na charakteru parametru a šíři výbavy sedadla. Obsah směrnice včetně specifikace ovládacích sil je potom kombinací požadavků výrobce samotného automobilu a výrobce konkrétního sedadla. Vždy se musí brát ohled na požadované parametry a zároveň na finanční náklady.

Způsoby testování funkčních parametrů nejsou u výrobců sedaček sjednocené, uvádím tak níže pouze všeobecné postupy bez konkrétních hodnot. Obecně je cílem polohování sedadla nalezení vhodné pozice za volantem s ohledem na ergonomii a možnost ovládání prvků umístěných v interiéru. Obecným testům se věnuje ve své diplomové práci Vincenc [1, str. 17-34]. Popisuje způsob ovládání většiny prvků nastavení včetně ilustračních obrázků. Cílem jeho experimentu je návrh univerzálního zařízení na měření ovládacích sil. Vzhledem k rychlému vývoji produktů a velkému množství různých typů sedadel je ale otázkou, zda je pro firmy dostatečně rentabilní vyvíjet takovéto univerzální systémy. Zvlášť pokud zohledníme časovou frekvenci takového testování. V této oblasti lze

navíc do budoucna očekávat střet dvou faktorů. Jedním je technologický vývoj elektronických a jiných systémů, proti kterému stojí tlak na snižování nákladů. Bude tak zřejmě ještě více záviset na vlastnostech skupin cílových zákazníků a cenové politice výrobců. Dále jsou uvedeny příklady měření u manuálního ovládání a důvody, které vedou k nastavování zmíněných parametrů.

1.1.1 Ověřování ovládacích sil

Testy předních sedadel:

- pojezd vpřed a vzad
- výškové nastavení sedáku
- odjištění pojezdu vpřed a vzad
- sklápění opěradla
- nastavení lordózy
- hlavová opěra – posuv nahoru a dolů
- hlavová opěra – posuv vpřed a vzad
- hlavová opěra – odjištění pojistky posuvu
- otevírání / zavírání odkládacích schránek

V následujících sedmi odstavcích jsou uvedeny vybrané informace o správném polohování sedadel. Zdrojem informací byla internetová stránka [2].

Pojezdem vpřed a vzad si řidič nastavuje pozici, která je pro něj optimální z hlediska odstupu od volantu a ovládacích prvků. Jako optimální odstup se uvádí vzdálenost, u které má člověk, při plně sešlápnutém brzdovém a spojkovém pedálu, stále mírně pokrčené nohy. Pokud je totiž noha zcela napnutá, hrozí při havárii poranění v oblasti kyčelního kloubu a pánve.

Při měření je sedadlo upevněno do přípravku a výškově se nastaví do požadované pozice. Poté se případně podle předpisu zatíží závažím a odjistí se aretace pojezdu. Mechanismy, který se pro tento druh pohybu většinou používají, mají obvykle podobu

nějakého druhu páky. V závislosti na zvoleném postupu se v celém rozsahu pohybu měří tahová, nebo tlaková síla potřebná k samotnému posuvu.

Výškové nastavení slouží k nalezení optimálního kompromisu mezi komfortem a schopností mít přehled o dění okolo vozu ve všech směrech. Řidič by současně měl mít při usazení na sedadlo dostatečný prostor mezi hlavou a střešou, zvláště pro případ nehody. BESIP uvádí vzdálenost zhruba 7 cm, která přibližně odpovídá velikosti sevřené pěsti na výšku.

Měření probíhá obdobně jako u pojezdu. Opět se měří velikost tahové, nebo tlakové síly u pákového ovládání, případně velikost momentu síly u ovládání kolečkem. Odjištění aretace pojezdu je obvykle zajištěno pákovým mechanismem u zatíženého sedadla.

U opěradla je obvykle možné nastavit dva parametry – sklon a lordózu. Kombinací sklonu, posuvu vpřed a nastavením volantu se dosahuje optimálního usazení tak, abychom se při natažené ruce dotýkali volantu zápěstím. Při tom by minimální vzdálenost mezi volantem a hrudníkem neměla klesnout pod 25 cm. Současné vozy jsou totiž v drtivé většině vybaveny airbagem ve volantu, který při nevhodné vzdálenosti od těla řidiče může způsobit přinejmenším nepříjemné zranění. BESIP dále uvádí, že v případě, kdy opěradlo svírá se sedákem příliš velký úhel, může snadněji dojít k únavě a mikrosnánku řidiče. Společně se vzdáleností se uvádí i optimální poloha rukou na volantu, kdy jejich umístění má představovat pomyslný úhel tři čtvrtě na tři. Tento úhel řidiči umožňuje maximální rozsah pro otočení volantem a ruce při něm zároveň nepřekáží vystřelení airbagu.

Pro měření je nutné usadit sedadlo do požadované polohy a odjistit aretaci sklonu. Stanoví se požadovaný počáteční a koncový úhel sklonu opěradla vůči sedáku a měří se maximální síla v celém tomto rozsahu.

Nastavením lordózy se snažíme dosáhnout prohnutí opěry tak, aby co nejvěrněji kopírovala tvar páteře a při dlouhodobější jízdě řidič nebo spolujezdec nepocíťoval snížený komfort a bolesti. Ovládání je opět nejčastěji možné kolečkem nebo pákou, kdy se měří tlaková nebo tahová síla potřebná k potřebnému pohybu páky, případně velikost momentu síly u ovládání kolečkem. Sedadlo je obvykle při testu nezatížené, ale opět mohou existovat odlišné požadavky vzhledem k podmínkám různých výrobců.

Odstup hlavy od hlavové opěry patří k nejdůležitějším parametrům nastavení. Pozici hlavové opěry včetně jejího odstupu od hlavy se zabývá předpis EHK č. 17. Běžně se uvádí jako optimální, pokud je horní hranice opěry ve stejné, nebo větší výšce, než je nejvyšší bod hlavy pasažéra. Mezi hlavou a opěrou by pak měl být co nejmenší odstup. Vhodná pozice by cestujícím měla zajistit dostatečný komfort a zároveň zajistit, aby v případě nehody nedošlo k poranění zejména v oblasti krční páteře. Při nehodě působí velké přetížení a zejména při pohybu hlavy zpět směrem k opěrce je oblast krku vystavena nadměrné zátěži. Podobně je to při nárazu zezadu [3].

V závislosti na typu hlavové opěry můžeme rozlišit nastavení ve směru pohybu vpřed a vzad, a dále nahoru a dolů. Působení tahové, případně tlakové síly se měří opět v celém rozsahu pohybu, včetně tlakové síly potřebné pro odjištění aretace.

Testy zadních sedadel:

- odjištění zadních opěradel
- odklopení zadních opěradel
- zvednutí zadních opěradel
- odjištění loketní opěry
- odklopení loketní opěry
- zvednutí loketní opěry zpět do původní pozice
- hlavová opěra – posuv nahoru a dolů
- úhel po sklopení do nákladní polohy

Zadní sedadla nedisponují takovou variabilitou nastavení, jako ta přední. To se týká nejen opěry a sedáku, ale i hlavové opěrky, kterou lze většinou nastavit pouze výškově. Měření ovládacích sil se tak soustředí především na manipulaci sloužící ke zvětšení zavazadlového prostoru.

Vzhledem k faktu, že existuje celá řada variant mechanismů používaných pro odjištění zadních opěradel, nedá se uvést jedna konkrétní technika testování. Stejně jako u ostatních měření je tak důležité hlavně dodržovat směr působící síly a podmínky uvedené v technické a jiné odpovídající dokumentaci.

K odklopení opěradla dochází v převážné většině z důvodu zvětšení zavazadlového prostoru vozu. Někteří výrobci dnes v rámci usnadnění manipulace implementují

mechanické systémy, které umožňují sklopit celou zadní řadu opěradel jedním pohybem páky. Ta se často nachází uvnitř zavazadlového prostoru. Dalším způsobem je sklopit opěradla ručně. Při tomto pohybu je navíc nutné uvolnit aretaci. Jak bylo zmíněno výše, síla potřebná pro odjištění je obvykle měřena samostatně, a tak se v tomto případě zabýváme pouze silou potřebnou pro sklopení, případně navrácení do počáteční polohy. Ta se opět měří v celém rozsahu pohybu. Moderní automobily mají převážně zadní sedačky dělené, a tak se test musí provádět pro všechny opěradlové části.

Některé sedačky jsou vybaveny loketní opěrkou. Ta slouží k většímu komfortu, a často je také vybavena různými odkládacími schránkami, držáky na pití atd. Předmětem měření je opět síla potřebná pro odjištění, sklopení a návrat do původní polohy, analogicky k měření odklápění opěradel. Zadní hlavové opěrky jsou pak testovány stejným způsobem, jako přední.

U vozů s luxusnější výbavou lze často nalézt různé formy odkládacích schránek. Vedle síly potřebné k odjištění zajišťovacího mechanismu lze v některých případech měřit velikost zatížení, které musí vydržet vyklopená dvířka odkládacího boxu.

V rámci výše zmíněných zkoušek je obvykle stanoven konkrétní počet cyklů včetně zjišťování maximálních a průměrných hodnot. Všechny parametry lze měřit pomocí testeru, nebo ručními snímači síly a momentu, za použití příslušných nástavců a adaptérů. Během zkoušek je sedadlo často zatíženo závažím o stanoveném tvaru a hmotnosti a každé měření se vyhodnocuje v měrovém protokolu pomocí vhodné statistické metody. Cílem je ověřit hodnoty, které představují kompromis mezi mechanickou odolností mechanismů a komfortem ovládání pro pasažéra. Ty jsou stanovovány v průběhu vývoje sedaček.

1.1.2 Měření tvrdosti a hystereze sedadel

Moderní automobilová sedačka se skládá z celé řady komponentů a materiálů. Zjednodušeně tvoří její základ obvykle kovový rám, polyuretanová pěna a potah z kombinací tkaniny, pleteniny, koženého, nebo jiného materiálu. V závislosti na výbavě vozidla se mohou dále vyskytovat prvky jako vyhřívání, ventilace, systémy signalizace nezapnutých

bezpečnostních pásů (SBR), nafukovací vaky nebo senzory a různá čidla. Všechny tyto součásti pak určitým dílem ovlivňují celou řadu vlastností sedačky.

Z pohledu zákazníka je, vedle specifických požadavků ohledně účelu použití, designu apod., obecně důležitý především celkový komfort a mechanická odolnost sedačky. Téměř každá větší firma dnes používá alespoň jeden služební vůz a počet hodin, který řidiči tráví za volantem, neustále narůstá. Automobilky tak musí při výrobě vycházet z předpokladu, že každý komponent, sedačky nevyjímaje, může být během svého cyklu ze strany koncového uživatele výrazně dlouhodobě namáhán. Následkem používání by nemělo docházet k výraznému snížení komfortu, nebo nadměrnému opotřebení jednotlivých částí. Vzhledem k tomu, že pasažér je během jízdy trvale usazen na sedadle, je velmi důležité, aby sedačka splňovala nároky také v oblasti ergonomie. Vlivem sezení by nemělo docházet ke vzniku bolesti především v oblasti krku a páteře, a také jiným zdravotním problémům.

Profesor Hes definuje komfort jako situaci, kdy dochází k absenci diskomfortu. To znamená, že žádným smyslem nepociťujeme znepokojující nebo bolestivé vjemy včetně pocitů tepla a chladu. Smysly, kterými komfort vnímáme postupně od největší důležitosti, jsou hmat, zrak, sluch a čich. [4, str. 7] Z kombinace všech těchto smyslů se komfort jeví jako velice subjektivní pojem. Každý jedinec má trochu jiné nároky a je navíc typický jinou hmotností nebo tvarem svého těla. Vedle subjektivních pocitů existují i objektivní metody měření. Ty mohou pomoci vývojářům při navrhování sedadel tak, aby vlastnosti konečného výrobku co nejlépe odpovídali požadavkům co největšího počtu potenciálních zákazníků. Vzhledem k odlišnému subjektivnímu vnímání ale ani tak není zaručeno, že se 2 osoby s teoreticky naprosto stejnou tělesnou stavbou, budou na stejném sedadle cítit stejně komfortně.

Jína se ve své bakalářské práci [5], kromě samotného komfortu sezení, věnuje i vlastnostem sedadla. Ty dělí na statické (například tuhost) a dynamické (například velikost vibrací). Uvádí, že kromě hmotnosti i tvar těla výrazně ovlivňuje rozložení tlaku a velikost kontaktní plochy mezi sedadlem a tělem řidiče. Může tak dojít k situaci, že člověk s menší hmotností je v sedáku posazen hlouběji, než člověk s hmotností větší. Z těchto důvodů je pro vývojáře velmi složité navrhnout sedačku tak, aby vyhovovala všem uživatelům. V rámci experimentu se Jínovi dále podařilo prokázat, že přepětí textilie pozitivně ovlivňuje

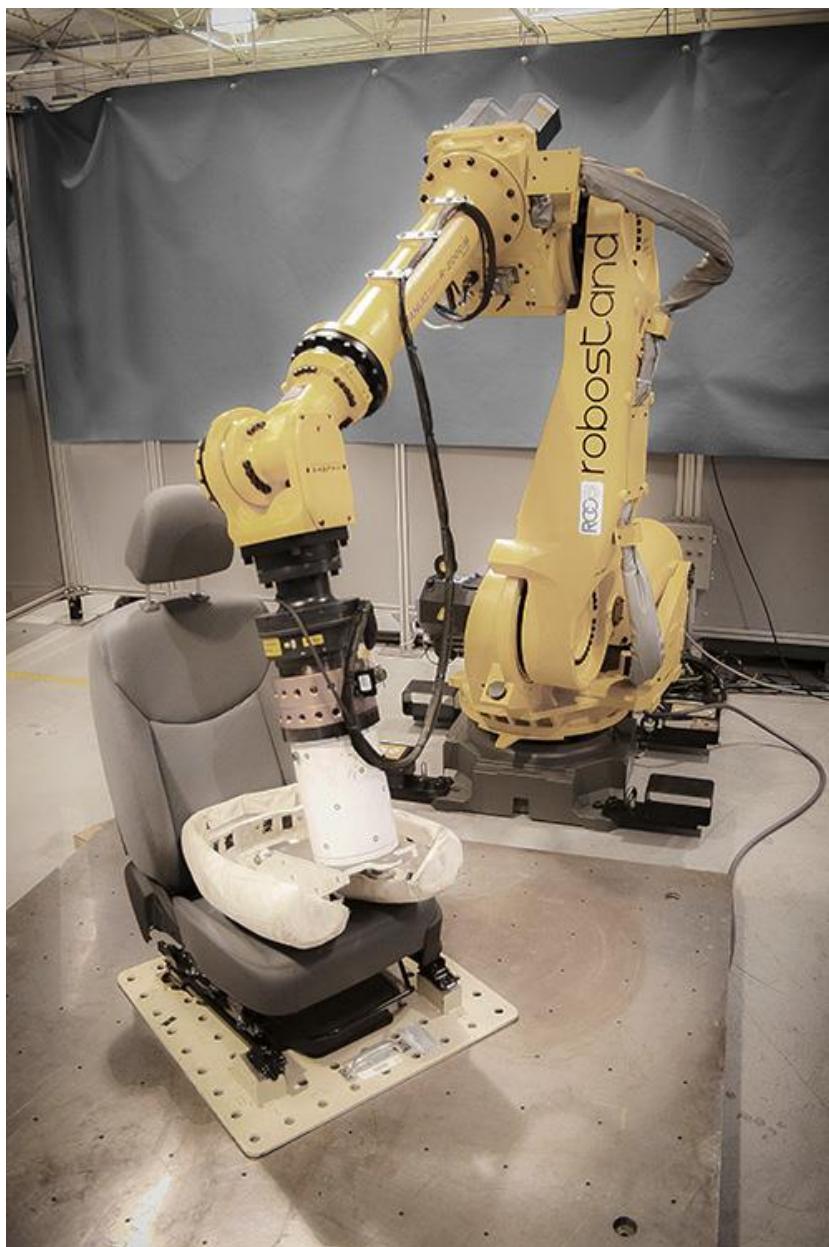
schopnost pohlcovat vibrace přenášené ze sedadla na tělo řidiče. S tím je spojené snížení negativního vlivu vibrací na lidské zdraví.

Mechanické vlastnosti sedadel, právě včetně vlivu na lidské zdraví, popisuje ve své práci Seigler [6]. Vychází z předpokladu, že pohyby s negativním zdravotním vlivem na lidské tělo, vedou při dlouhodobější jízdě k únavě. Dále se snaží najít závislost mezi krátkodobým komfortem a únavou řidiče při delším sezení. Věnuje se také měřicím metodám přenosu tlaku a frekvenci vibrací a matematickým modelům, včetně stanovení konkrétních kritických hodnot, které jsou zahrnuty i v normách ISO. Část práce je postavena na porovnání dvou typů sedáků – prvního z polyuretanové pěny a druhého na principu vzduchových vaků. Oba sedáky byly zatěžovány v průběhu dvanáctihodinové periody s intervalem čtyř hodin tak, aby bylo možné v průběhu času měřit změny, které mají vliv na charakteristiky používané k jejich vyhodnocení. Pěnový sedák vykazoval postupnou zvětšující se tuhost. Naproti tomu u vzduchem plněného nebyly pozorovány téměř žádné změny tuhosti. Vedle konstantnější tuhosti vykazoval také daleko rovnoměrnější rozložení tlaku v pozorovaných oblastech. Tlumící vlastnosti pak byly téměř identické. Nabízí se tak otázka, jaké hlavní důvody vedou výrobce k tomu, že se ve větší míře používá polyuretanová pěna.

Statickými a dynamickými vlastnostmi PU pěn se zabývá Petřík ve své disertační práci [7]. Nejprve rozebírá vibrace vstupující do ukotvení sedadla z karoserie. Dále popisuje děje, které se v pění dějí při dlouhodobějším užívání. Z jeho závěrů vyplývá, že statistickou charakteristiku PU pěny lze stanovit jak pomocí zatěžování konstantní silou, tak konstantní deformací. Ve své práci se zabývá i modelem pro simulaci dosažení H-bodu. Z porovnání výsledné polohy H-bodu, vycházející z počítačové simulace vyplývá, že simulovaná poloha vůči R-bodu dané sedačky je vzhledem k předepsaným tolerancím uspokojivá. To může výrazně napomáhat při počítačovém návrhu a konstrukci sedadla bez nutnosti provádět veškerou činnost na fyzických vzorcích. Součástí práce je dále experiment, při kterém jsou porovnávány špičky kontaktních tlaků při reálném a virtuálním experimentu. Ty se vyskytují na stejných místech a jejich maximální hodnoty nejsou větší, než 10 %. To pouze potvrzuje možnost používání modelů pro urychlení procesu vývoje produktu. Z vyhodnocení reálných statických a dynamických testů došel také k tomu, že potah výrazně ovlivňuje celkové vlastnosti sedačky.

V rámci periodických testů prováděných během sériové fáze se obvykle měří pouze tvrdost samotné pěny a také kompletní sedačky. Pro správný průběh se sedadlo nastaví do definované designové polohy, která obsahuje informace o podélném a výškovém nastavení včetně úhlu sklonu opěry. Aby bylo dosaženo konstantní polohy sedadel při testech v průběhu času, používá se obvykle zakládací přípravek. Po usazení dochází k zatížení sedadla pomocí nástroje, který je namontován na zkušebním stroji. Použitý přípravek má za cíl simulovat zatížení sedadla lidskou postavou. Z tohoto důvodu je v místě kontaktu se sedačkou opatřen tvarem, který napodobuje tvar lidských hýždí, stehen a zad. Cílem měření je ověřit, zda hodnoty parametrů odpovídají požadavkům. Zmíněnými parametry jsou míra stlačení sedadla v jednotkách délky, nebo v procentech, při odpovídajícím zatížení (měřena obvykle velikosti tlakové síly [N] potřebné pro požadované stlačení) a dále také vygenerování hysterezní křivky. Druhý způsob je analogický – je definovaná míra stlačení v jednotkách délky a měří se velikost síly, která působí mezi stlačovanou penou a hlavicí zkušebního zařízení. Obdobně se pak testují i hlavové opěrky. K měření tvrdosti samotných pěn se pak používá výřez s rozměry odpovídajícími dané normě. Důležitými parametry, které ovlivňují celkové výsledky, jsou vlhkost a stáří pěny. Ta má s přibývajícím časem tendenci tvrdnout. Jako ideální se tak uvádí provádět měření 72 hodin po jejím vyrobení.

Vývojem zkušebních zařízení se dnes zabývá řada specializovaných firem. Přístroje se dělí do tříd, podle velikosti možné zátěže, a kombinují se s požadovaným příslušenstvím. Mechanická část je propojena se softwarem, který často podporuje specifikace mezinárodních norem včetně ISO [8].



Obrázek 1 Testování pěny automobilového sedadla [9]

1.1.3 Prvky pasivní bezpečnosti a jejich testy

Bezpečnost je dnes vedle vývoje různých alternativních pohonů jednou z nejdůležitějších oblastí, na které se výrobci soustředí. Dlouhou dobu po vzniku prvních automobilů byla ale značně opomíjená. V počátcích se pozornost zaměřovala především na rozvoj částí, jako je podvozek, nebo motor. Výrobci se snažili implementovat různé nové technické vynálezy a zvyšovat komfort cestujících. Postupem času si vlastní vůz mohlo dovolit stále více lidí, zvyšovalo se množství vozů v oběhu a stavěly se nové a rychlejší komunikace. Dopravní prostředky dosahovaly stále větších a rychlostí. To vše mělo za následek rostoucí riziko vzniku nehod společně s jejich větší vážností. První změny v konstrukci vozů za účelem zvýšení bezpečnosti se začaly provádět zhruba v 50. letech 20. století. Zpočátku šlo zejména o zesilování a zpevňování karoserie, ale postupně se začala implementovat nová technická řešení jako například čalounění. [10]

Obecně lze bezpečnostní prvky rozdělit na aktivní a pasivní. Pojmem aktivní prvky se rozumí veškeré dostupné systémy, které dovedou zabránit vzniku nehody. Počínaje konstrukcí a účinností brzd, včetně výbavy ABS, ESP atd., přes úroveň podvozku a tlumičů, nebo osvětlení vozidla. Patří sem ale i faktory, které mají vliv na výhled z vozidla, nebo pomáhají pasažérovi zajistit lepší soustředění a menší únavu. Pasivními prvky jsou potom veškeré systémy a opatření sloužící ke zmírnění následků nehody. Právě zde nalezneme například bezpečnostní pásy, airbagy nebo pneumatiky. Automobilové sedačky jsou tak brány jako část automobilu vybavenou jak aktivními, tak pasivními bezpečnostními mechanismy. [11]

Bezpečnostní pásy jsou dnes brány jako nedílná součást výbavy. S jejich implementací se začalo zhruba na přelomu 19. a 20. století nejdříve v letectví, mnohem později pak i u automobilů. Zpočátku šlo spíše o popruhy různého typu a upevnění a také konstrukce měla do dokonalosti daleko. Často tak například v důsledku nevhodně umístěné přezky došlo ke zranění. Pásem byla původně vybavována pouze přední sedadla a z pohledu legislativy bylo jeho používání a vůbec umístění do auta dlouhou dobu nepovinné. Dnes už je nezbytnou a zároveň povinnou součástí každého nového osobního automobilu mít jimi vybavené každé sedadlo.

Jako vynálezce tříbodového bezpečnostního pásu, jak ho známe v různých drobných modifikacích dnes, je označován Švéd Nils Bohlin. Princip spočívá v použití dvou popruhů. Jeden vede napříč v pase a druhý potom diagonálně přes tělo pasažéra. [12]



Obrázek 2 Nils Bohlin - vynálezce tříbodového pásu v moderní podobě [13]

Zádržnými systémy, včetně pásů se ve své bakalářské práci [14] věnuje Chvílíčková. Popisuje například, že původně byly pásy pouze statické a napnutí se tak muselo nastavovat ručně v závislosti na fyzických parametrech jedince. Později byla vyvinuta varianta samonavíjecích. Odpadnul tak problém se zdlouhavým utahováním a povolováním, především když se v jednom autě střídalo více řidičů. Na druhou stranu zaostával dlouhou dobu v účinnosti ochrany za statickou variantou v důsledku zpoždění. To bylo následně vyřešeno pomocí předpínače kombinovaného s pyrotechnickou patronou.

Z pohledu upínacích bodů existují vedle tříbodové varianty stále i dvoubodové ale na druhé straně i čtyř a vícebodové. Varianta s dvěma body je u osobních automobilů používána většinou již pouze pro případ přepravování 5. osoby na zadních sedadlech. Vícebodové pásy nalezneme povětšinou u závodních vozů. Chvílíčková ve výzkumné části své bakalářské práce [14, str. 46-56] provedla dotazníkový průzkum u cílové skupiny, kde bylo 95 % dotazovaných ve věkové skupině 18-19 let. Z něho vyplývá zajímavé

srovnání výsledků, především u dvou otázek. V první odpovědělo 66 % dotazovaných, že by řídilo vozidlo při rychlosti 50 km/h bez zapnutého bezpečnostního pásu. V druhé potom 0 % dotázaných uvedlo, že by skočilo z okna ve třetím patře na betonovou zem. U daného srovnání autorka přitom uvádí, že náraz na volant nebo přístrojovou desku při jízdě bez zapnutého pásu a v uvedené rychlosti, je srovnatelný s dopadem z výšky zhruba 10 metrů. Ne každý si tak dovede představit, jaké následky mohou takovému nárazu odpovídat. Otázkou je také, jak by podobný výzkum proběhl u jiné věkové skupiny.

V rámci sériové výroby je nutné rozlišovat přední a zadní sedačky. U předních není pás jejich přímou součástí a samotná montáž probíhá až v automobilce. Montuje se zde pouze zámek pásu, u něhož se zkouší funkčnost zajištění a odjištění pomocí testeru, který disponuje odpovídající sponou.

Zadní sedačky disponují obvykle třemi pásy. Testuje se jak funkčnost spony – v tomto případně analogicky jako u předních sedadel s pomocí přípravku se zámkem, tak funkčnost navíjení.

Zajímavostí je zařízení zaměřené na součinnost sedaček a pásů vyvinuté automobilkou Volvo [15]. Anders Axelson, expert ve Volvo Cars na bezpečnost, přišel na nápad zkonstruovat podobné zařízení poté, co byl se svými dětmi v Legolandu a sledoval atrakci, která s lidmi rychle a náhodně pohybovala v různých směrech. Podobné síly přitom působí na člověka při dopravní nehodě. Na základě analýzy bylo vytvořeno robotické zařízení, které dokáže simulovat pohyb konaný automobilem při opuštění vozovky. Na základě zjištění Volvo vyvinulo elektronický systém, který řídí utažení pásů a zohlednilo poznatky při konstrukci zvýšené boční podpory na sedadlech.

Dalším významným prvkem pasivní bezpečnosti jsou Airbagy. Hlavní tři části tvoří textilní vak - obvykle z polyamidu, řídicí jednotka se senzory, které zaznamenávají náraz a pyrotechnická spoušť, která následně zajistí chemickou reakci a naplnění vaku plynem – nejčastěji dusíkem. Stejně jako v případě bezpečnostních pásů se začalo s vývojem předchůdců dnešních vzduchových vaků v leteckém průmyslu. Za vynálezce automobilového airbagu je potom považován Američan John Hetrick. Ten si nechal svůj vynález patentovat v roce 1953. Zpočátku šlo o zařízení, které mělo za cíl nahrazovat bezpečnostní pásy, které hlavně v USA nebyly příliš často používány. Dnes tyto prvky působí ve vzájemné součinnosti. Konstrukteři se zpočátku zabývali čelním nárazem

a použitím airbagu především pro řidiče. Postupem času se objevují i airbagy pro spolujezdce a dnes již najdeme ve vozidlech čelní, hlavové, kolenní i boční pro celou posádku [16]. Momentálně jsou dokonce některé automobilky, které vyvíjí ochranné vaky i pro ochranu chodců. V roce 2005 pak přišla Honda, jako první výrobce, s airbagem pro motocykl. Také někteří výrobci oblečení pro motocyklisty začali implementovat vzduchové vaky přímo do kombinéz [17].

Airbagové testy samotných sedadel probíhají ve specializovaných laboratořích, kde se simulují situace vedoucí k aktivaci systému. Většinou jsou v režii samotných výrobců a jednotlivé postupy se tak mezi sebou mohou lišit. Sedadla jsou zatížena a airbag aktivován. Důležitými parametry jsou čas aktivace a rozsah, v jakém je vak rozbalen. Dále je stanovena povolená hmotnost odtrhující se pěny, čalounění a dalších částí sedačky. Je zkoumána roztržená část bezpečnostního švu a také směr odletujících částí. Této problematice se podrobně věnuje ve své bakalářské práci [16] M. Dvořáček. Vzhledem k faktu, že součástí sedadel jsou airbagy chránící proti bočnímu nárazu, je zde potřeba výrazně kratší doba nafouknutí vaku, než při nárazu čelním. Deformační zóna je mnohem menší a celý cyklus od zaznamenání nehody až po vyfouknutí vaku je až 2,5x rychlejší než u vaků umístěných ve volantu nebo přístrojové desce. Dvořáček například uvádí, že již 10 ms po nárazu je senzorem hlášen signál a airbag odpálen. O dalších 10 ms později je již vak nafouknut a v čase zhruba 30 ms po nárazu dochází k interakci s lidským tělem [16, str. 19]



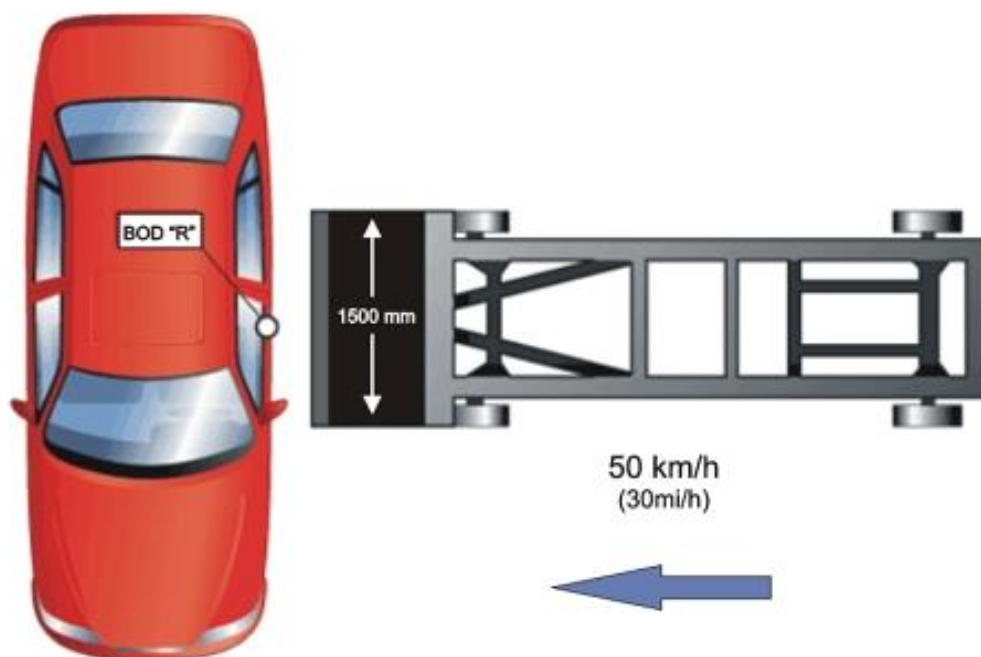
Obrázek 3 Boční airbag umístěný v sedadle [18]

Primární funkce bočního airbagu se zaměřuje na ochranu hrudníku a částečně hlavy. Nutnou podmínkou pro správnou funkci airbagů je mít zapnuté bezpečnostní pásy. Technikou pro sběr dat při testech se zabývá v bakalářské práci [19] Svatoň. Popisuje vybavení zkušebny včetně kamerových systémů a snímačů, a dále pak i osvětlovací soustavu, nebo bariéry a nárazové vozíky. Jak Svatoň, tak Dvořáček se věnují i testům pod hlavičkou organizací EuroNCAP a ANCAP. Ty jsou však prováděny s kompletními vozy. Při nich jsou ve vozidlech umístěny figuríny simulující pasažéry. Ty jsou vybaveny mnoha senzory snímajícími různé charakteristiky. Například na hrudníku jsou zařízení sledující rychlost a velikost deformace, na končetinách pak senzory sledují i ohyb, tlak a napětí. Hlava se často na povrchu natírá barvivem, které po testu umožní sledovat místa na airbagu, do kterých se opřela. Existují jak varianty dospělých, tak dětských figurín.



Obrázek 4 Test airbagu v sedačce [20]

Podle metodiky Euro NCAP je boční náraz veden do R-bodu řidiče a to vozíkem o hmotnosti 950kg, který nárazí kolmo v rychlosti 50 km/h do stojícího automobilu [19, str. 24]. Použité materiály a jejich složení, především z hlediska používaných nití, uvádí ve své bakalářské práci [21, str. 25] Pokorný. Textilii vaku charakterizuje vysokou dostavou. Jako materiál použitý k výrobě uvádí polyamid 6.6 o jemnosti 210 – 840 dTex. Jsou také zmíněny požadované vlastnosti šicích nití, jako pevnost, tažnost, směr, velikost a stabilita zákrutu, povrchová hladkost a protitepelná úprava.



Obrázek 5 Boční náraz dle Euro NCAP [17]

1.1.4 Zástavbové zkoušky

Zástavbová zkouška (v automobilovém průmyslu se setkáme i s pojmem cubing) se v automobilovém průmyslu používá jako alternativa pro ověřování požadovaných vlastností daného dílu, pomocí usazení do kalibrované platformy. Pokud je díl součástí větší sestavy komponentů, používají se místo platformy skutečné schválené díly. Tento způsob ověřování je volen především proto, že zkoušení některých rozměrů by bylo oproti zástavbové zkoušce zdoluhavé. Další důvod je, aby se případně zabránilo problémům, pokud se sečtou tolerance celé sestavy, které mohou vést k rozměrovým kolizím.

V rámci zajištění kvality probíhá mezi dodavateli a zákazníky proces vzorkování dílů. V závislosti na odsouhlaseném rozsahu a zvoleném typu dokumentace se komponenty testují a výsledky jsou interpretovány ve zprávách a protokolech. Součástí tohoto procesu je téměř vždy právě i zástavbová zkouška. Po uvolnění do sériové výroby je prováděna hlavně tehdy, pokud dojde k nějaké změně ohledně vlastností dílu, procesu výroby, nebo dodavatelského řetězce. Dále pak například v případě výrobního auditu nebo analýzy zákaznických reklamací.

Co se týče sedaček osobních automobilů, podléhají interní zástavbové zkoušce všechny její komponenty. Jako celek je potom obvykle testována pouze zadní řada sedaček. Důvodem je fakt, že oproti přední řadě, je běžně v kontaktu s karoserií a interiérem i jinak, než pouze v upevňovacích bodech. Mohou tak vznikat kolizní situace, pokud by komplet nějakým způsobem neodpovídal technické dokumentaci.

1.2 Zkušební testery a mechanismy výrobní linky

Provádění testů na samotné výrobní lince se uskutečňuje na každém vyráběném kuse. Způsob, jakým se požadované charakteristiky ověřují, vychází převážně z historicky nabytých poznatků, reklamací, případně zákaznických nebo legislativních požadavků. Je zde úzká návaznost na kontrolní plány, FMEA. Mezi kontrolní mechanismy patří vždy vizuální kontrola nepoškození dílů jak u funkčních, tak u pohledových dílů. V tomto směru se vlivem lidského faktoru nejedná přímo o mechanismus, nicméně jde stále o důležitou součást hodnocení kvality. Další ověřování probíhá na základě stanovených bezpečnostních charakteristik, kdy se například průběžně zaznamenávají utahovací momenty a ukládají se data sloužící pro zajištění zpětné sledovatelnosti. Pokud jsou definované nějaké kritické (bezpečnostní) parametry, jsou výrobci povinni zajistit 100% kontrolu, případně plnit požadavky na způsobilost procesu.

Důležitou součástí výroby je také zajišťování zvolení správného dílu ve správný čas. Pro tento účel existují obecně používané systémy, jako je například Pick-to-light, respektive Pick-by-light, nebo Pick-by-voice. Jejich princip spočívá ve světelné, nebo hlasové komunikaci s operátorem během procesu vychystávání materiálu. Systém naviguje pracovníka a dává mu signál ve chvíli, kdy je potřeba díl odebrat. Potvrzení je většinou realizované pomocí tlačítka, případně světelných závor nebo vážení. Účelem není přímo kontrola dílu z hlediska funkce, nebo kvality, ale ověření, že byl pro danou sestavu a výbavu zvolen správně. Pokud by však došlo k montáži pro nevhodnou výbavu, je zde riziko poruchy nebo poškození dalších částí sedadla. Mimo to tyto systémy zkracují časy nutné pro vychystávání materiálu. Z těchto důvodů považuji za důležité je uvést. Systémům Pick-to-light se ve své bakalářské práci [21] věnuje Kubelka. V rámci návrhu optimalizace podnikových procesů navrhuje jejich použití pro pracovníka skladu.

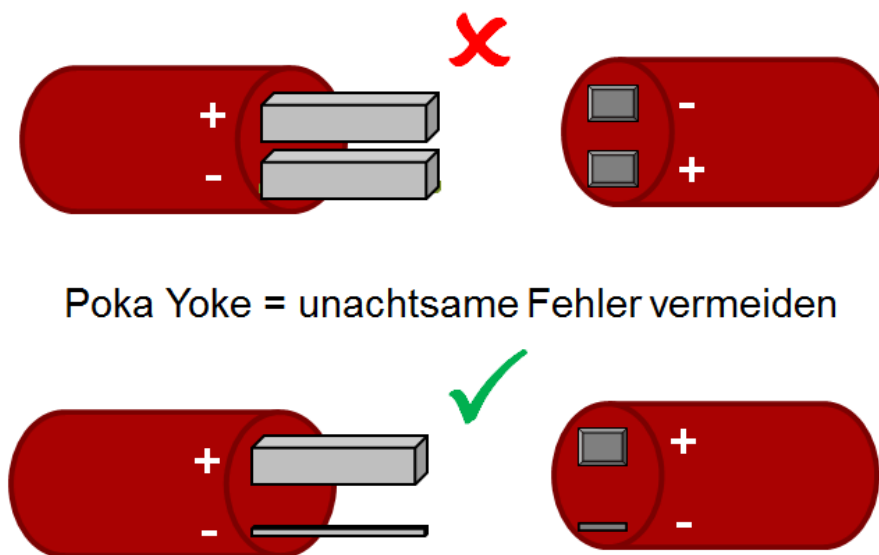
Tomu systém slouží ke zjednodušené orientaci skladových pozic a výraznou úsporu času určeného pro jejich identifikaci. Značně tak vzroste efektivita a poměr hodnototvorných a nehodnototvorných činností.

Vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na kvalitu, je nutné aplikovat veškerá možná opatření, která eliminují, nebo alespoň maximálně snižují riziko výskytu vady. Na výrobní lince se mohou vyskytovat stovky, klidně i tisíce operací a i přes kvalitní zaškolení se i vlivem lidského faktoru může stát, že dojde k nějaké chybě. Účelem by tak mělo být tyto potenciální chyby identifikovat, určit kořenovou příčinu a definovat vhodné nápravné opatření tak, aby se již neopakovaly. V automobilovém průmyslu je jednou z pomůcek k dosažení tohoto stavu tzv. Poka-Yoke.

To by se dalo volně přeložit jako metoda používaná k prevenci vzniku vad. S touto myšlenkou přišel Shigeo Shingo a později se stala součástí Toyota Production System. Dnes je její využití hlavně v automobilovém průmyslu samozřejmostí. [23] Zabránění vzniku neshod ve výrobním procesu z hlediska Poka-Yoke řeší v tematickém článku [24] Mildorf. Uvádí základní charakteristiku metody a také některé zdroje chyb. Najdeme mezi nimi například zapomětivost. Operátor vlivem nesoustředění nebo rutiny neprovede vyžadovaný pracovní krok. Tím může být například utažení šroubu. Cílem by mělo být, aby Poka-Yoke tuto odchylku správně identifikovalo a hlavně, aby nedovolilo pokračovat ve výrobním procesu, dokud nebude sjednána náprava. V tomto případě tedy dotažení šroubu na definovaný utahovací moment. Nemusí se ale vždy jednat jen o elektronická zařízení, nebo taková, která jsou finančně náročná. Dalším jednoduchým příkladem jsou kabelové konektory, které mají specifický tvar tak, aby nebylo možné jejich špatné zapojení. Dále do této skupiny mohou zařadit i různé kontrolní přípravky. Mildorf tyto prostředky dělí na kontaktní – tzn. ty, které se zkoušeného dílu dotknou (různé mechanické spínače) a bezkontaktní (různé fotoelektrické spínače, kde se využívá světelného paprsku).

V rámci specializace na konkrétní druh výrobku se vedle obecně používaných nástrojů vyvíjí i specializované testery. Mezi nejčastější testy mechanismů patří u sedadel hlavně kontrola hlavových opěradel, nebo aretace jejich vodítek. Dále existuje řada testerů na specifické funkce – například kontrola vyhřívání, nebo elektrického posuvu. Jako nástroje vizuální kontroly jsou stále častěji využívány kamerové systémy a čidla detekující přítomnost dílů, případně správné umístění. Ty většinou pracují ve spojitosti s Poka-Yoke. Dále se rozšiřuje kontrola pomocí 1D a 2D skenovacích štítků tak, aby se zabránilo montáži

nesprávné součástky, a zároveň mohla být skenovaná data ukládána pro případ nutné evidence.



Obrázek 6 Příklad použití Poka-Yoke [25]

1.3 Testy vycházející z legislativních požadavků

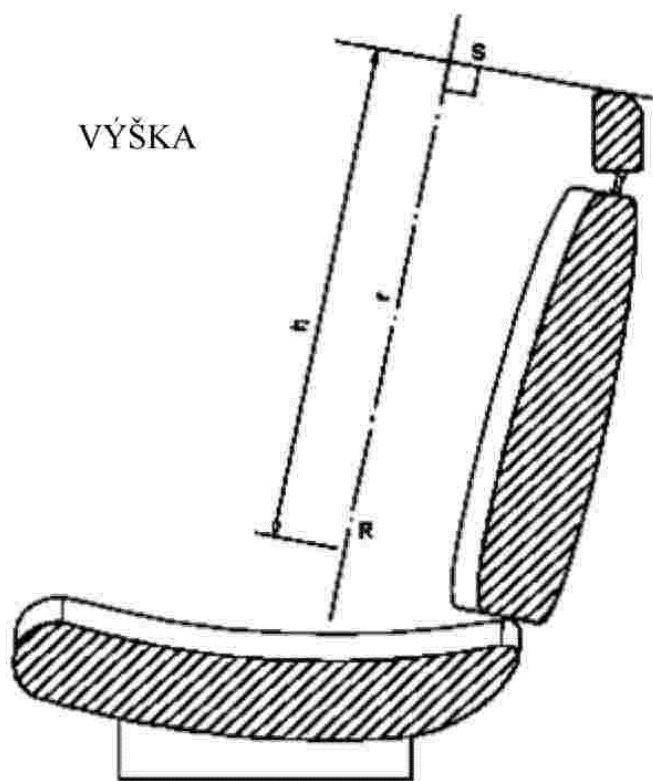
Z kapacitních důvodů nelze v rámci diplomové práce uvést všechny testy, které vyplývají z předepsaných norem a požadavků. V následujících jedenácti odstavcích jsou tak vybrány pouze některé části předpisu EHK č. 17 [3]. Tento předpis je přílohou č. 16 EHK/OSN dohody z r. 1958 [26]. Jedná se o jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy. Z celého předpisu uvádím níže pouze některé obecné informace, které jsou podstatné nebo zajímavé vzhledem k zaměření práce.

V úvodní části jsou uvedeny skupiny vozidel, na která se předpis vztahuje. Definují a vysvětlují se základní pojmy a používané termíny. V dalším bodě se popisují náležitosti nutné pro žádost o schválení. Jedná se zejména o technické popisy a specifikace spojené se sedadly, jejich ukotvením a dalšími použitými systémy včetně oddělitelných hlavových opěrek (pokud je jimi vozidlo vybaveno). Součástí tohoto bodu je i požadavek na dodání konkrétního počtu fyzických vzorků včetně všech potřebných komponentů k udělení

homologace. Po schválení následuje označení stanovenými značkami. Testy v podobném rozsahu se dále provádí s pravidelnou frekvencí v rámci rekvalifikace.

Mezi obecné požadavky na sedadla jsou zařazeny informace o jejich mechanických a dalších vlastnostech. Patří sem podmínky pro zajištění bezpečnosti cestujících. V jejich rámci je uvedeno umístění blokovacích systémů, nebo zařízení pro zvyšování pohodlí. Zadní řada pak musí vyhovovat podmínkám při zkoušce pohlcování energie. Dále se zde objevují podmínky použití některých materiálů nebo informace o přípustných a nepřípustných deformacích, ke kterým může docházet v průběhu zkoušek.

Co se týče jednotlivých částí sedaček, jako jsou hlavové opěrky, opěradla, nebo oddělovací systémy, podléhá jejich konstrukce dalším zvláštním požadavkům. Pro hlavové opěrky například platí, že jejich přítomnost nesmí zvyšovat riziko poranění cestujících, prostřednictvím nerovností povrchu, nebo ostrých hran. Výška „h“, opěrky hlavy, se vztahuje ke stanovenému H-bodu nebo R-bodu sedadla, jak je vidět na schématu níže. Pohybuje se mezi 750 až 800 mm, v závislosti na tom, o jakou řadu sedadel se jedná a zda je opěrka seřiditelná.

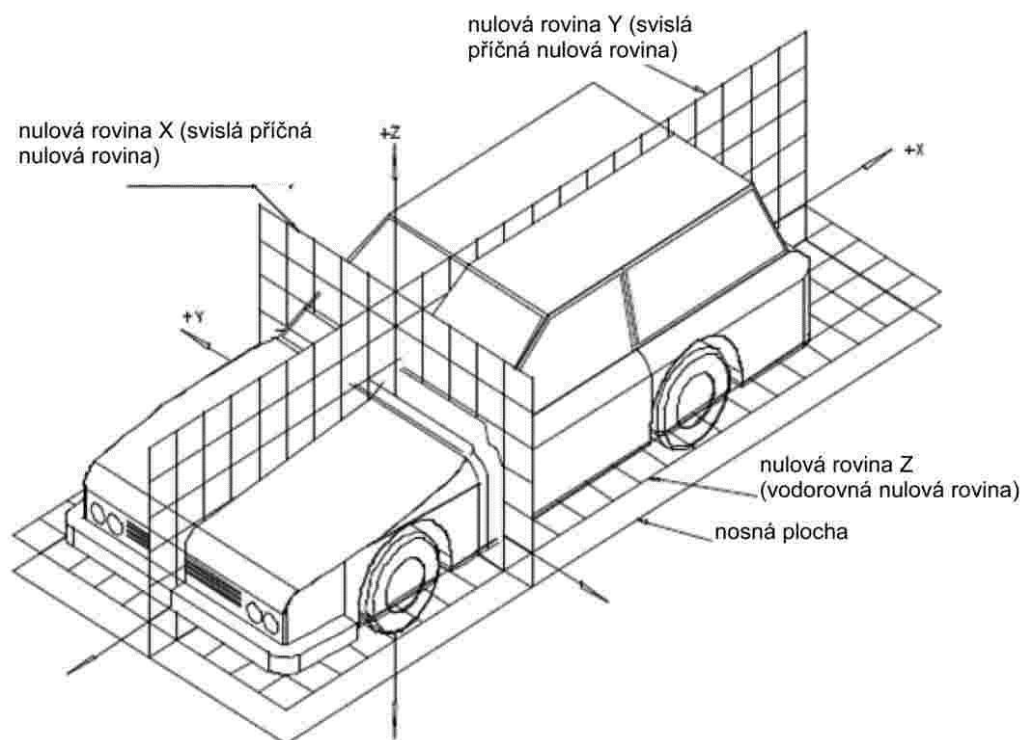


Obrázek 7 Určení výšky a šířky opěrek hlavy [3, str. 36]

U opěradel, která tvoří přední hranici zavazadlového prostoru, jsou speciální požadavky zaměřeny například na jejich ochrannou funkci před pohybem zavazadel při čelním nárazu. Samotné opěradlo a blokovací mechanismus musí zůstat ve své pozici. Povolené jsou pouze deformace, při kterých se přední obrysy částí o stanovené tvrdosti nepřemístí do příčné svislé roviny procházející bodem, ve stanovené vzdálenosti od R-bodu.

Mezi dalšími body, které vycházejí z H-bodu nebo R-bodu sedadla bych zmínil zejména postupy zkoušek, jako je pevnost opěradla a jeho systémů seřízení, pevnost ukotvení nebo blokování a posouvání sedadla a v neposlední řadě zkouška pohlcování energie.

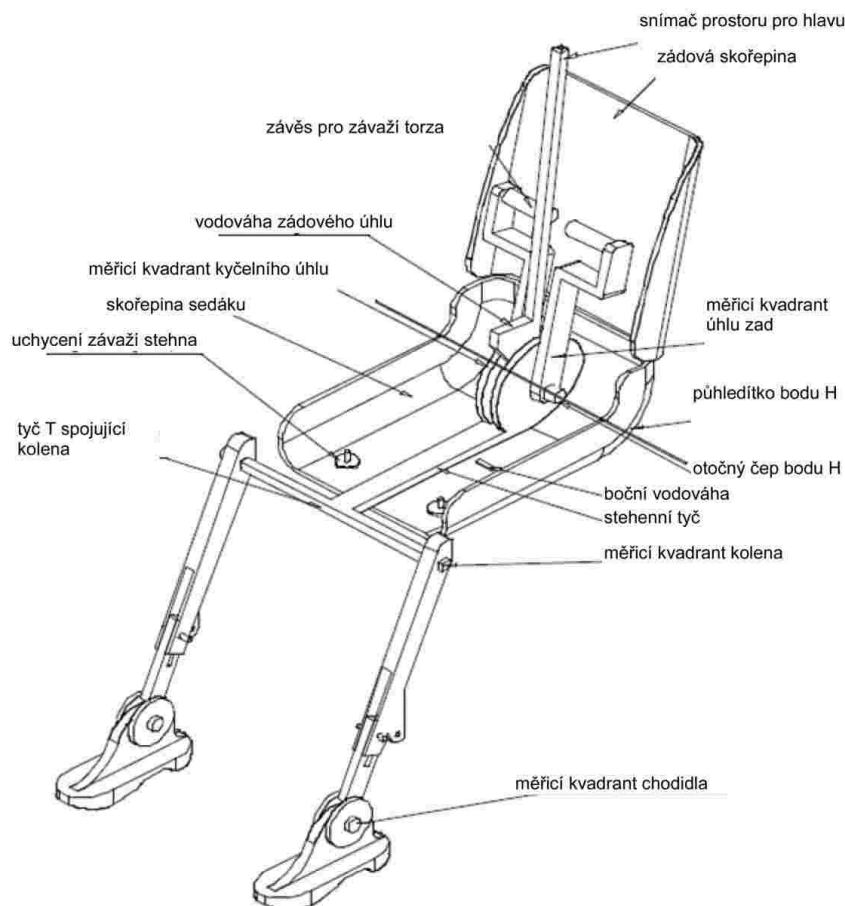
Z předpisu byly pro účely práce vybrány měření vycházející z přílohy 3: **Postup stanovení H-bodu a skutečného úhlu trupu pro místa k sedění v motorových vozidlech.** Pro potřeby tohoto testu je důležité vymezit dva hlavní pojmy. H-bod je stanoven jako střed otáčení trupu a stehna zařízení 3DH (Digital Human, dále pouze 3DH). R-bod (vztažný bod místa k sezení) je konstrukční bod definovaný výrobcem vozidla pro každé místo k sezení ve vztahu k trojrozměrnému vztažnému systému. R-bod tedy definuje prostor ohraničený povolenými tolerancemi, ve kterém se má vyskytovat měřený H-bod. Norma dále definuje další základní pojmy, požadavky, postup stanovení H-bodu a skutečného úhlu trupu. V dodatku 1 je popsán trojrozměrný testovací model 3DH figuríny a jeho části. V dodatku 2 je obsažen popis a schéma trojrozměrného vztažného systému. Poslední dodatek 3 obsahuje informace o kódování vztažných údajů, popisu měřicí polohy vozidla a přehledu vztažných údajů.



Obrázek 8 Trojrozměrný vztažný systém [3, str. 39]

Trojrozměrné zařízení ke stanovení H-bodu (3DH) se skládá ze skořepiny zádové a sedací části a z prvků těla a dolních končetin. Skořepiny mohou být vyrobeny z vyztuženého plastu, kovu, případně i karbonu. Stehna jsou s H-bodem spojena otočně. Dále se zde vyskytuje úhloměrná stupnice sloužící ke stanovení skutečného úhlu trupu a seřiditelná stehenní tyč, která zároveň plní funkci osy stehen a základní přímky pro úhloměrnou stupnici kyčelního úhlu.

Prvky těla dolních končetin obsahují stupnice pro měření kolenních úhlů, libely a sestavy bot a chodidel jsou kalibrovány pro měření úhlu chodidla. Závaží jsou umístěna tak, aby vyvolala průhyb sedadla, které odpovídá zatížení vyvolané mužem o hmotnosti 76 kg. Všechny spoje 3DH zařízení musí být volně pohyblivé.



Obrázek 9 Popis částí 3DH (Dummy) zařízení [3, str. 34]

Při měření se, v návaznosti na zákaznické požadavky, sedadlo stabilizuje při teplotě 20 ± 1 °C. Při měření mimo vozidlo musí mít podloží stejné vlastnosti jako podlaha vozidla, do kterého se poté usazuje. Pokud dosud nebylo sedadlo použito, musí se na něj posadit osoba o hmotnosti 70-80 kg, nebo zkušební zařízení dvakrát po dobu jedné minuty. Poté se sedadlo podélně a výškově nastaví do designové polohy stanovené výrobcem. Tato pozice zahrnuje i nastavení úhlu sklonu opěradla. Oblast místa sezení, kde dojde ke kontaktu s 3DH zařízením, se pokryje textilií popsanou jako bavlněná tkanina s 18,9 vláken na cm^2 a měrnou hmotností $0,228 \text{ kg/m}^2$, případně tkanou nebo netkanou textilií obdobných vlastností. Dalšími kroky je připevnění končetin, jejich nastavení do požadované polohy a přidání závaží. Na zádovou část se vyvine jednorázové zatížení $100 \pm 10 \text{ N}$. Po dokončení usazení zařízení se odečtou souřadnice H-bodu vzhledem k trojrozměrnému systému. Pokud je nutné opakovat usazení 3DH zařízení, musí být sestava sedadla bez zatížení minimální po dobu 30 minut.

2. Přídavné automobilové potahy

V dnešní době existuje na trhu velké množství výrobců automobilových doplňků. To samozřejmě platí i pro sedadla a jejich příslušenství. Na trhu se vyskytuje i celá řada výrobců specializující se na potahy s různými funkcemi. Podle nich lze sortiment rozdělit na produkty ochranné, masážní, odvětrávací, vyhřívané, nebo designové. Dále bych zmínil dělení na modely určené pro konkrétní vozy a na druhé straně univerzální potahy vhodné pro většinu běžné se vyskytujících automobilových sedadel. Tyto produkty jsou většinou určeny pro vozy nižších tříd, které nemají zmíněné funkce zajištěny v rámci originální výbavy. Majitelé identických vozů se stejnými sedačkami mohou mít rozličné požadavky, které zohledňují jejich fyziologické potřeby, nároky na mechanické vlastnosti výrobku, nebo design. Jiný komfort bude vyžadovat například řidič, který jezdí trasy do 10km denně a druhý, který tráví ve voze téměř celý den. Podle toho se potom může rozhodnout k dodatečné úpravě v podobě aplikace přídavného potahu.

Výrobci sice nabízejí zákazníkům možnost některé funkce si nadefinovat při objednání, ale to se týká pouze nových automobilů. Protože ale přetrvává stále velké množství lidí, kteří si kupují automobil v bazaru a po dalších majitelích, sahají majitelé vozů k neoriginálním alternativním produktům.

Strukturou originálních autopotahů a jednotlivými částmi jako jsou stehy, švy, nebo použité technologie, se věnuje ve své diplomové práci [27] Teplíková. U materiálů popisuje jejich vlastnosti včetně výhod a nevýhod i motivaci k jejich používání. Uvádí nejběžnější strukturu potahů, kde vrchní materiál tvoří tkanina, pletenina, měkčená přírodní kůže, vinyl nebo umělá broušená kůže. Z důvodu lepšího komfortu, nebo implementovaného systému ventilace se některé materiály perforují. Výplň je většinou tvořena polyuretanovou pěnou a podšívka je tkaná, nebo pletená. Jednotlivé vrstvy, zejména vrchní s výplní, jsou k sobě spojeny lepidly, nebo během laminačního cyklu natavením polyuretanové vrstvy na plynových hořácích. Další postup má výhodu v absenci nadbytečných chemických látek a eliminace rizika prosáknutí této látky na povrch potahu. Nevýhodou jsou pak vyšší požadavky na kvalitu laminačního spoje, kdy při nesprávném natavení hrozí zvýšené riziko odlepení vrchní vrstvy a polyuretanové pěny. Méně se vyskytující varianta je pak přímé sešití jednotlivých vrstev. Výhodou je zde vyšší komfort.

Významnou součástí práce je dále uvedení testovacích metod pro mechanické i geometrické vlastnosti používaných materiálů, včetně měření pevnosti, tažnosti, tloušťky nebo plošné hmotnosti. Teplíková [27, str. 29] nicméně uvádí následující tvrzení: ***„Je důležité podotknout, že co se týče autopotahů jako takových, tak ty jsou testovány každou automobilkou až jako hotový výrobek. Testy jsou prováděny simulací pomocí figuríny Oskar napodobující usazení člověka v autosedačce a nazývají se testování bodu H.“*** S tímto tvrzením se bohužel nedá souhlasit. Při testování H-bodu je sice potah sedačky velice důležitým faktorem, ale měřená charakteristika je přímo H-bod, samotné vlastnosti potahu přitom nejsou nijak zaznamenávány ani hodnoceny.

V experimentální části testuje mechanické vlastnosti spojů textilních materiálů. Potahové materiály jsou v různých kombinacích sešívány po osnově, nebo útku a jsou popisovány vlastnosti takto vzniklých spojů. Ze získaných poznatků je zřejmé, že ke správné funkci potahu je nutné dodržovat jak vhodnou kombinaci materiálů, tak vzájemnou orientaci vláken ve tkanině. [27]

V oblasti přídavných potahů rozšiřujících standartní funkci originálních sedadel najdeme široké množství zástupců. Nejčastěji jde o produkty, které mají v závislosti na konkrétních požadavcích zvyšovat komfort cestování z hlediska fyziologie, praktičnosti, nebo mechanické odolnosti. Z těchto důvodů jsou níže popsány vybrané skupiny s běžnými funkcemi, které lze najít v nabídce většiny takto specializovaných elektronických obchodů a kamenných prodejen. V rámci rešerše bohužel nebyla nalezena literatura, která by se těmto alternativním produktům věnovala, a níže jsou tedy popsány hlavně funkce, které mají podobné výrobky splňovat. Vhodnost jejich použití je ale nutné zvážit s přihlédnutím k informacím o používání vozidla, které poskytují k automobilům samotní výrobci. Další otázkou je bezpečnost a následky používání z pohledu pojištění a soudního znalectví. Poslední bod je důležitý zejména v případě nehody, nebo reklamace spojené s poškozením samotného sedadla.

2.1 Ochranné potahy

Ochranné potahy slouží zejména k tomu, aby nedošlo k poškození originálně dodávaných. Jde zejména o zabránění opotřebení, nebo ochranu před znečištěním vlivem různých potravin nebo nápojů, případně prací mechanika. Dále mohou být vybaveny kapsami ze síťoviny, nebo jiných materiálů, které slouží jako úložný prostor pro různé předměty. Tvarem obvykle neumožňují kopírovat povrch sedadla a nalezneme je spíše ve formě různých vaků, nebo přehozů.



Obrázek 10 Ochranný potah sedačky [28]

2.2 Masážní potahy

Masážní funkce může být splněna pomocí elektrických motorů, kde je napájení zajišťováno ze zásuvky zapalovače nebo pomocí adaptérů. Jejich působením vznikají vibrace, které se přenášejí dotykem na lidské tělo. Ovládání probíhá většinou pomocí dálkového ovladače. Tyto potahy jsou běžně vybaveny přednastaveným softwarem s různými masážními programy. Další způsob masáže je prováděn pomocí vhodně zvolených materiálů [29]. Mechanické výstupky zvyšují tlak na body lidského těla a zvyšují prokrvení. Běžně se používají zejména dřevěné kuličky. Dalšími typy mohou být vyrobené z tvrzené lisované pěny nebo obsahovat magnety [30]. Princip magnetické masáže spočívá ve vytvoření pulzního magnetického pole o nízké frekvenci.

2.3 Odvětrávací potahy

Odvětrávací potahy mají za cíl vytvářet cirkulaci vzduchu mezi sedadlem a tělem pasažéra, a zabránit tak pocení a nepříjemným pocitům. Jejich konstrukce většinou obsahuje perforaci nebo různé druhy drážek. Do této skupiny můžeme zařadit i potahy složené z dřevěných kuliček, které vedle masážní funkce mohou díky mezerám, které se mezi kuličkami vyskytují, i efektivněji odvádět teplo a vlhkost z lidského těla [30].

2.4 Vyhřívání potahy

Vyhřívání je již u většiny moderních vozů častou součástí výbavy. U prodejců však najdeme stále širokou nabídku univerzálních výrobků s touto funkcí. Stejně jako u masážních potahů je napájení zajišťováno pomocí zapojení do 12V zásuvky zapalovače. Vyhřívání zprostředkovává zabudovaný termostát, díky kterému lze většinou teplotu regulovat v rámci několika stupňů nastavení, podobně jako je tomu u sedadel originálně vybavených touto funkcí [30].

2.5 Sportovní potahy

Otázka designu je čistě subjektivní a ne každý je spokojený se vzhledem sériového sedadla. I z těchto důvodů jsou na trhu nabízeny různé alternativy typické svým tvarem nebo barvou, případně imitující sportovní typy. Ty díky zesílené vrstvě pěny v exponovaných místech napodobují vzhled a polstrování sportovních, nebo závodních sedaček. Bohužel však nelze očekávat, že se díky nim změní charakteristika sedadla ve smyslu lepšího bočního vedení, nebo stabilizace těla při prudkém zrychlování, brždění, nebo zatáčení.

3. Praktická část

3.1 Sedačky a přídatné potahy použité při experimentu

Pro účely měření byly vybrány 4 druhy přídatných potahů od značky Compass. Jedná se o dva produkty z kategorie masážních potahů (první složený z dřevěných kuliček, druhý z lisované pěny s implementovanými magnety), dále jeden vyhřívaný potah a jeden se sportovním designem. Tito zástupci byli vybráni, protože se běžně vyskytují v nabídce mnoha (především internetových) obchodů zaměřených na automobilové doplňky. Každý jedinec má rozdílné požadavky a to vedlo k vybrání produktů, které se liší svojí funkcí, nebo provedením.

3.1.1 Parametry zvolených potahů

Masážní potah s dřevěnými kuličkami má rozměry 127x38 cm. V horní části jsou umístěny šňůrky umožňující uchycení za opěrku hlavy. Výrobce uvádí, že pokud nebude žádná část potahu překrývat vyústění airbagu, je tento potah vhodný i k umístění na sedadlo, které je jím vybavené. Je zde uveden ATEST 8SD 2690 Ministerstva dopravy. [31] Jedná se o národní schválení, které umožňuje použití tohoto typu příslušenství na úrovni jednotlivého státu Evropské unie. [32]



Obrázek 11 Masážní potah s dřevěnými kuličkami [32]

Další typ vybraný pro experiment je masážní potah s implementovanými magnety. Ty jsou jak v sedací, tak opěradlové části. Systém uchycení pomocí gumového pásu neumožňuje použití u sedadel se zabudovaným airbagem. To je možné pouze v případě, že potah by byl na sedadle pouze položen, bez následného upevnění. Stejně jako u předchozího potahu zde nalezneme informaci potvrzující ATEST 8SD 2690. [33]



Obrázek 12 Masážní potah s magnety [33]

Vedle masážních potahů byl měřen H-bod pro zástupce potahů vyhřívaných. Vybraný typ je napájen 12V konektorem. K upevnění zde slouží gumové popruhy. Výrobce u něj dále uvádí zesílenou konstrukci a možnost použití u sedadel se zabudovaným bočním airbagem. ATEST 8SD 2690 je uveden i zde. [34]



Obrázek 13 Vyhřívaný potah [34]

Posledním přídavným potahem vybraným pro účely experimentu je sportovní varianta. Jedná se o produkt, který je k sedačce upevněn obvyklým způsobem, pomocí gumových popruhů. Oproti ostatním vybraným potahům má větší rozměry. Jeho okrajové části tak zasahují i přes pomyslné bočnice sedaček použitých při experimentu. [35]

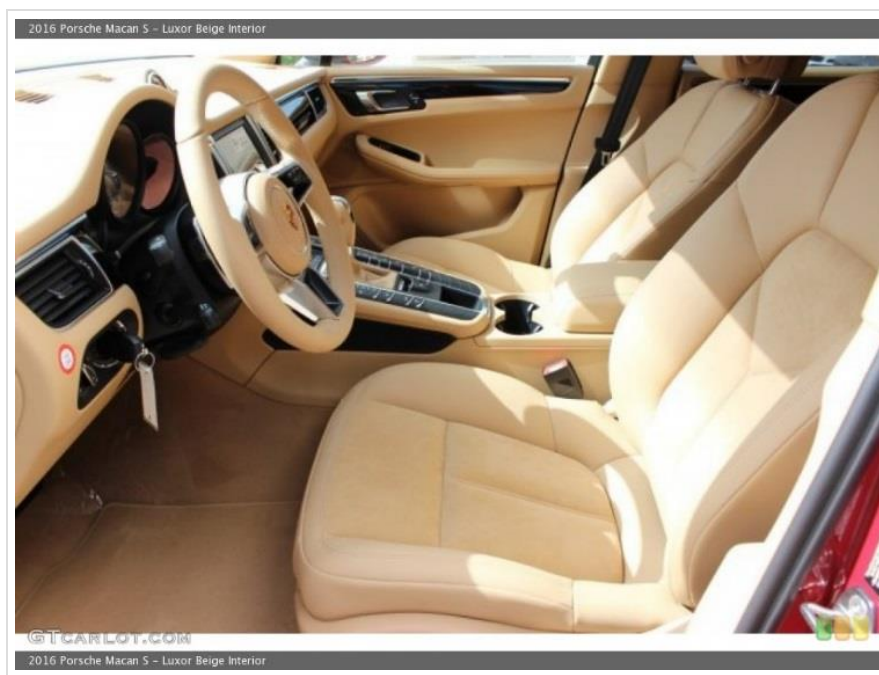


Obrázek 14 Sportovní potah [35]

3.1.2 Parametry zvolených sedaček

Pro měření byly zvoleny 3 druhy předních sedadel určených pro osobní automobil Porsche Macan. Jedná se o produkty lišící se svou konstrukcí s ohledem na stupeň výbavy automobilu. Jejich hlavním rozdílem, vzhledem k účelu a způsobu provedení experimentu, je tvar polyuretanové pěny a také rozdílné materiály a provedení vrchního potahu. Základní provedení sedadla A (dále pouze sedadlo A), vybraného pro test, má kožený potah s insertovou částí z umělé broušené kůže. Sedadlo B – sportovní provedení (dále pouze sedadlo B) a sedadlo C – komfortní provedení (dále pouze sedadlo C) jsou opatřeny celokoženou variantou potahu s perforací. Na rozdíl od Sedadla A v základním provedení mají v sedací části nastavitelný mechanismus STV (viditelný na přiložených obrázcích), umožňující řidiči nastavení velikosti sedáku v podélném směru. Základní a komfortní typ

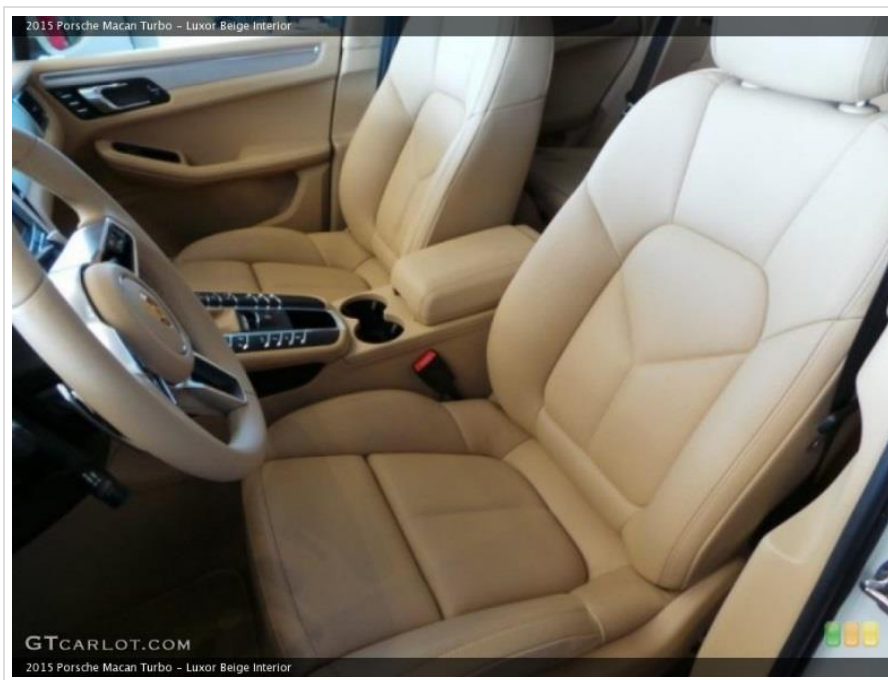
sedadla má (kromě výše zmíněné nastavitelné části) obdobný systém šití potahu s hlavním rozdílem v tloušťce struktury. Sportovní potah je pak typický zcela odlišnou konstrukcí jak u použité pěny, tak u vrchního potahu. Charakteristickým znakem jsou také zvýšené bočnice pro lepší stabilitu těla v zatáčkách. Dalším rozdílem je variabilita nastavení. Sedadlo A disponuje osmicestnou variabilitou nastavení, sedadlo B osmnácticestnou, zatímco Sedadlo C lze nastavit ve čtrnácti směrech.



Obrázek 15 Typ sedadla A – základní provedení [36]



Obrázek 16 Typ sedadla B – sportovní provedení [37]



Obrázek 17 Typ sedadla C – komfortní provedení [38]

3.2 Zařízení, přípravky a software

Měření probíhala na zkušební přípravku, odpovídajícího svým povrchem a způsobem upevnění pro sedadlo podlaze automobilu, do kterého jsou vybrané druhy sedaček určeny. Měřený H-bod je charakteristický polohou v trojrozměrném systému. K nalezení stanovené výchozí polohy včetně nastavení správného sklonu sedadla bylo použito zařízení FARO Arm Edge. S jeho pomocí byly poté naměřeny i souřadnice samotných H-bodů. Jedná se o 3D měřicí rameno v sedmi-osém provedení, které používá ke komunikaci standardní USB připojení, případně Bluetooth nebo WiFi. Pomocí datového přenosu se zaznamenávají informace v připojeném softwaru, v tomto případě Polyworks [39].



Obrázek 18 Měřicí rameno FARO arm Edge [39]

Během usazování 3DH figuríny na sedadlo, je podle předpisu EHK č. 17 nutné vyvinout sílu o stanovené velikosti. K tomuto účelu byl použit kalibrovaný digitální siloměr Mecmesin model AFTI+UU/H3.

Pro zatěžování sedadla bylo použito 3DH zařízení odpovídající standardům SAE J826, VDA 304 a GLORIA. Jedná se o figurínu, která s pomocí instalovaného závaží vytváří na sedadle zatížení, odpovídající posazení muže o hmotnosti 76kg. Pro zamezení sklouznutí 3DH zařízení po povrchu sedačky bylo sedadlo pokryto textilií dle standardu SAE J826. [3]

3.3 Plán experimentu

Nejprve byl měřen H-bod pro sedadla samotná. Poté se na každé postupně umísťoval vybraný potah ze skupiny masážních, vyhřívaných, a sportovních a měřeny H-body pro každého zástupce. Díky trojrozměrnému systému měření se zaznamenával posun v rámci tří os a dále byla zkoumána závislost velikosti posunu na použitém potahu a druhu

sedadla. Vzhledem k tomu, že při měření podle předpisu EHK č. 17 je rozměrově brána v potaz pouze tolerance v horizontální ose X a vertikální ose Z, je dále pracováno s výsledky měření především v těchto dvou osách.

3.4 Postup měření

Před začátkem každého měření byly změřeny podmínky panující v laboratoři. Naměřená teplota se pohybovala v rozmezí 21,9 až 23 °C a relativní vlhkost byla mezi 49 až 52 %. V těchto podmínkách byla sedadla ponechána cca 72 hodin před samotným měřením.

Sedadla určená k měření byla pomocí šroubů upnuta do měrové stoličky způsobem odpovídajícím usazení v reálném vozidle. Proběhlo nastavení (ve smyslu výšky sedadla, seřízení podélného posuvu a sklonu opěradlové části) podle měrových koordinátů definovaných výrobcem automobilu. Jednalo se o referenční RPS bod a poté tři další zaměřovací body. Poté se na sedadlo dvakrát po dobu jedné minuty usadil muž o hmotnosti cca 77 kg. Po uvolnění zatížení byla sedačka ponechána bez zatížení po dobu 30 minut.

Po uplynutí doby bez zatížení se přes sedadlovou a opěradlovou část volně umístila bavlněná tkanina odpovídající svými vlastnostmi předpisu EHK č. 17. V oblasti spojení sedáku a opěradlové části byla textilie zastrčena do vzniklé spáry. Její povrch byl ručně vyhlazen tak, aby v místě předpokládaného kontaktu s 3DH zařízením nevznikaly faldy a nehrozilo přeložení textilie a tím ovlivnění výsledku měření.

V případě měření s použitím přídatného potahu byl v dalším kroku tento potah usazen na sedadlo a připevněn podle instrukcí v originálním návodu. Následně se na sedadlo usadila skořepinová část Dummy figuríny tak, aby její střední rovina odpovídala střední rovině sedadla. Správná poloha usazení se kontrolovala podle vodováhy instalované na přední části 3DH zařízení. Po usazení se ke skořepinové části s pomocí T tyče připevnily sestavy dolních končetin. Jejich pozice je v tomto okamžiku nastavena tak, aby chodidla zaujala přirozenou pozici na pomyslné podlaze vozidla.

Ke spodní části pomyslného lýtky bylo připevněno závaží a následovala kontrola vodorovné pozice T tyče. Skořepina opěradlové části je dále nakloněna směrem od opěradla

sedadla a ve stejném směru je Dummy figurína mírně odtazena od opěradla. Poté se sedací část zatlačí směrem zpět směrem k opěradlu až do polohy, kdy se ho dotkne. Pomocí siloměru se zatlačí na čep umístěný nad T tyčí silou 100 ± 10 N. Poté je sklopena zádová část zařízení a opřena o opěradlo. Při předchozích dvou krocích bylo nutné kontrolovat, aby 3DH zařízení nesklouzlo směrem od opěradla. Pro správnou simulaci usazení lidského těla je dále nutné přidat závaží. Nejprve se umístí levé a pravé závaží hýždí a poté se střídavě přidávají 4 pravá a 4 levá závaží těla. Aby bylo zajištěno uvolnění napětí nakumulovaného mezi 3DH a sedadlem, odklopí se skořepinová část těla od opěradla. S celým zařízením se (třikrát v každém směru) zahýbe 5 stupňů doleva a 5 stupňů doprava směrem od střední vertikální roviny. Při tomto pohybu je přidržována T tyč a je nutné dbát na to, aby nedocházelo k žádnému dalšímu vnějšímu zatížení ve svislém, nebo předozadním směru. Skořepina těla byla poté opřena zpět o opěradlo a přibližně ve výšce středu závaží těla se ve vodorovném směru působilo tlakovou silou o velikosti do 25N směrem k opěradlu tolikrát, dokud nebylo dosaženo stabilní polohy. Ta je kontrolována na vodováhách umístěných na 3DH zařízení. Během pohybování se sedací i opěradlovou částí Dummy figuríny bylo znovu nutné kontrolovat, aby nedocházelo k nežádoucímu sklouznutí ve vodorovném směru dopředu nebo dozadu od opěradla.

Po konečném ustanovení do předepsané polohy se pomocí 3D měřicího ramena zaznamenala poloha H-bodu (toto měření se celkem 5x opakovalo). Zároveň se z úhloměrné stupnice umístěné na 3DH odečetl skutečný úhel trupu od svislé roviny. Vzhledem k nemožnosti zveřejnění nominálních hodnot R-bodu bylo během zpracování dat pracováno pouze s naměřenými odchylkami. Velikost povolené odchylky, od výrobcem stanoveného bodu R, je podle předpisu EHK č. 17 v rámci osy X i Z ± 25 mm. Maximální odchylka úhlu, který svírají nohy a trup je pak 5° . Při běžném měření se dále zaznamenávají i další charakteristiky, jako jsou úhly kyčle, kolen a nohou, které ale nejsou pro účely experimentu směrodatné, a tak nebyly dále zpracovávány.

3.5 Statistické vyhodnocení měření

3.5.1 Tabulky surových dat

Tabulka 1 Naměřené odchylky od nominálních hodnot - Sedadlo A

Sedadlo A - základní provedení				
Druh použitého přídavného potahu	číslo měření	Odchylky naměřené na jednotlivých osách [mm]		
		osa X	osa Y	osa Z
bez přídavného potahu	1	-2,428	-2,77	-2,677
	2	-2,596	-2,819	-2,709
	3	-2,506	-2,786	-2,476
	4	-2,393	-2,79	-2,655
	5	-2,538	-2,774	-2,569
masážní potah - dřevěné kuličky	1	-18,595	-2,645	19,04
	2	-18,604	-2,655	19,069
	3	-18,548	-2,678	18,736
	4	-18,753	-2,651	18,91
	5	-18,554	-2,692	18,646
masážní potah s magnety	1	-13,564	-1,932	11,995
	2	-13,619	-1,977	12,193
	3	-13,685	-1,981	11,769
	4	-13,687	-1,996	12,229
	5	-13,664	-1,972	12,224
vyhříváný potah	1	-9,914	-2,638	7,073
	2	-10,074	-2,62	7,368
	3	-10,129	-2,608	7,146
	4	-10,194	-2,629	6,922
	5	-9,931	-2,625	6,801
sportovní potah	1	-15,821	-2,826	14,531
	2	-16,038	-2,826	14,819
	3	-16,077	-2,838	14,408
	4	-15,877	-2,775	14,489
	5	-15,982	-2,75	15,029

Z naměřených výsledků (Tab. 1) vyplynulo, že při použití jakéhokoliv přídavného potahu na sedadle A nedošlo k posunutí v ose X a Z mimo předpisem stanovené tolerance -25 mm až 25 mm. Samotné sedadlo bez přídavného potahu již vykazovalo mírné odchylky oproti nominálním hodnotám stanovených výrobcem. Vzhledem k velkému množství komponentů, které při celkovém součtu výrobních a montážních tolerancí mohou ovlivnit strukturu kompletního sedadla, jde ale o velmi malé rozdíly v absolutní hodnotě do 3 mm. Při použití sportovního, vyhřívaného a masážního potahu s magnety byla zaznamenána větší odchylka ve vodorovné ose X než v podélné ose Z. Opačně tomu bylo u masážního potahu s dřevěnými kuličkami, což se dalo předpokládat vzhledem k jeho konstrukci. Dřevěné kuličky se na rozdíl od pěnového materiálu ostatních potahů v takové míře nestlačí. Maximální naměřený rozdíl mezi posuny na jednotlivých osách činil 0,465 mm.

Pořadí potahů seřazených podle posunu v obou osách směrem od nejmenšího po největší je následující: Vyhřívaný potah, masážní s magnety, sportovní, masážní s dřevěnými kuličkami. Maximální naměřená odchylka činila -18,753 mm na ose X a 19,069 mm na ose Z. Pokud celkově porovnáme celkové maximální odchylky na ose X a Z s výsledky u ostatních sedadel (Tab. 2 a Tab. 3), je u sedadla A tato maximální odchylka nejmenší. Jako důvod by se dala uvést struktura pěny a potahu, kdy celkově je sedadlo měkčí než u sportovní varianty, ale zároveň má potah slabší vrstvu laminace a podšívky, než sedadlo C.

Tabulka 2 Naměřené odchylky od nominálních hodnot - Sedadlo B

Sedadlo B - sportovní provedení				
Druh použitého přídavného potahu	Číslo měření	Odchylky naměřené na jednotlivých osách [mm]		
		osa X	osa Y	osa Z
bez přídavného potahu	1	-2,584	-2,193	2,406
	2	-2,622	-2,186	2,282
	3	-2,656	-2,166	2,198
	4	-2,691	-2,181	2,112
	5	-2,651	-2,163	2,22
masážní potah - dřevěné kuličky	1	-27,775	2,51	26,979
	2	-27,828	2,56	27,043
	3	-27,849	2,559	27,146
	4	-27,866	2,583	27,05
	5	-27,763	2,611	26,997
masážní potah s magnety	1	-12,525	0,134	15,26
	2	-12,586	0,112	15,244
	3	-12,636	0,106	15,214
	4	-12,587	0,071	15,239
	5	-12,599	0,126	15,208
vyhřívaný potah	1	-11,824	-2,03	11,498
	2	-11,742	-2,029	11,464
	3	-11,795	-2,018	11,485
	4	-11,797	-1,93	11,556
	5	-11,801	-2,12	11,503
sportovní potah	1	-16,561	-1,203	17,276
	2	-16,59	-1,211	17,208
	3	-16,584	-1,25	17,198
	4	-16,544	-1,24	17,313
	5	-16,582	-1,232	17,258

Souřadnice naměřených H-bodů u samotného sedadla B (viz Tab. 2), byly vzdálené v absolutní hodnotě do 3 mm od nominálních hodnot. U dřevěného potahu ležely souřadnice H-bodů vždy mimo tolerance. Překročena byla tolerance na ose X i Z. Na první jmenované ose činilo nejmenší překročení 2,763 mm, na druhé 1,979 mm. H-body u ostatních potahů ležely ve stanovených mezích. Na rozdíl od sedadla A zde nebyl pravidlem výraznější posun na ose X. To lze přičíst účelu použití sportovního typu – tělo by mělo být výrazněji fixováno v sedačce, a ta je tak celkově tužší a méně náchylná k výraznějšímu „prosednutí“.

Tabulka 3 Naměřené odchylky od nominálních hodnot - Sedadlo C

Sedadlo C - komfortní provedení				
Druh použitého přídavného potahu	číslo měření	Odchylky naměřené na jednotlivých osách [mm]		
		osa X	osa Y	osa Z
bez přídavného potahu	1	-2,346	-2,698	0,092
	2	-2,389	-2,72	-0,061
	3	-2,452	-2,741	-0,005
	4	-2,396	-2,721	0,005
	5	-2,429	-2,738	-0,026
masážní potah - dřevěné kuličky	1	-23,381	-2,219	20,511
	2	-23,375	-2,215	20,525
	3	-23,36	-2,207	20,529
	4	-23,28	-2,166	20,145
	5	-23,13	-2,171	20,662
masážní potah s magnety	1	-11,029	-0,188	14,798
	2	-11,235	-0,182	14,93
	3	-11,032	-0,197	14,817
	4	-11,145	-0,193	14,782
	5	-11,006	-0,216	15,08
vyhříváný potah	1	-9,718	-2,64	10,71
	2	-9,625	-2,622	10,281
	3	-9,653	-2,629	10,27
	4	-9,825	-2,645	10,33
	5	-9,874	-2,649	10,324
sportovní potah	1	-14,419	-2,399	15,908
	2	-14,433	-2,401	15,911
	3	-14,443	-2,404	15,903
	4	-14,416	-2,381	15,942
	5	-14,444	-2,381	15,864

Stejně jako u sedadla A byly všechny naměřené H-body (jak lze pozorovat v Tab. 3) uvnitř tolerancí stanovených v předpisu EHK. Při použití potahu s dřevěnými kuličkami byla nicméně vzdálenost od hranice tolerance na ose X pouze mezi 1,619 až 1,87 mm. Při porovnání těchto dvou sedadel potom vládne zcela opačná situace, pokud porovnáme velikost posunu na ose X a Z. U sedačky C byl, kromě potahu s dřevěnými kuličkami, zaznamenán vždy větší posun na svislé ose Z.

Pro naměřené odchylky byly spočítány vybrané základní statistické ukazatele polohy a variability. Maximální povolená odchylka od osy Y je definována pouze v předpisu výrobce automobilu. Důležitou roli hraje především z hlediska správného vycentrování Dummy figuríny na sedačce. Naměřené hodnoty vždy ležely v předepsané toleranci (maximální odchylka na ose Y činila 2,838 mm), a dále je tak pracováno pouze s hodnotami zaznamenanými na ose X a Z.

3.5.2 Použité statistické ukazatele

1. Aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i . \quad (1.1)$$

2. Variační rozpětí

$$R = x_{max} - x_{min} . \quad (2.1)$$

3. Rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 . \quad (3.1)$$

4. Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (4.1)$$

5. Pearsonův korelační koeficient (ekvivalentní vzorec)

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_X} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_Y} \right) . \quad (5.1)$$

Tabulka 4 Základní statistické charakteristiky pro Sedadlo A

Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]		Variační rozpětí [mm]		Směrodatná odchylka [mm]		Rozptyl [mm] ²	
	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z
bez potahu	-2,492	-2,617	0,203	0,233	0,082	0,094	0,007	0,009
masážní - dřevěné kuličky	-18,611	18,880	0,205	0,423	0,083	0,186	0,007	0,034
vyhříváný	-13,644	12,082	0,123	0,460	0,052	0,200	0,003	0,040
masážní – magnety	-10,048	7,062	0,280	0,567	0,123	0,217	0,015	0,047
sportovní	-15,959	14,655	0,256	0,621	0,108	0,260	0,012	0,068

Výsledné variační rozpětí vykazalo u sedadla A největší hodnotu 0,621 mm na ose Z (viz Tab. 4). Vzhledem ke stupnici přístroje, který měří s přesností na tisíciny milimetru, se zdá být rozdíl mezi minimem a maximem značný. Měření však hodnotím jako způsobilé pro potřeby experimentu, vzhledem ke vztažené velikosti rozptylu 0,068 a s přihlédnutím k faktu, že měřicí rameno je ovládáno ručně. Velikost rozptylu se pak pohybovala vždy maximálně v řádu setin milimetru. Lze si všimnout, že potah s dřevěnými kuličkami způsobil vždy největší odchylku od předepsaných hodnot. Variabilita měření byla ale v porovnání s ostatními potahy jedna z nejnižších. To lze opět přisoudit materiálu kuliček, který je nejméně poddajný ke stlačení.

Tabulka 5 Základní statistické charakteristiky pro Sedadlo B

Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]		Variační rozpětí [mm]		Směrodatná odchylka [mm]		Rozptyl [mm] ²	
	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z
bez potahu	-2,641	2,244	0,107	0,294	0,040	0,109	0,002	0,012
masážní - dřevěné kuličky	-27,816	27,043	0,103	0,167	0,045	0,065	0,002	0,004
vyhřívaný	-12,587	15,233	0,111	0,052	0,040	0,022	0,002	0,000
masážní – magnety	-11,792	11,501	0,082	0,092	0,030	0,034	0,001	0,001
sportovní	-16,572	17,251	0,046	0,115	0,019	0,048	0,000	0,002

U sedadla B v porovnání se sedadlem A (jak je možné vidět při porovnání Tab. 4 a Tab. 5), se naměřené výsledky jeví konstantněji. Maximální variační rozpětí zde činilo 0,294 mm na ose Z u sedadla bez přídavného potahu. Na ose X nalezneme největší rozdíl mezi naměřeným minimem a maximem 0,111 mm, a to u potahu vyhřívaného. Pokud však porovnáme velikost rozpětí na obou osách se sedadlem A, obě hodnoty jsou zde více, než dvakrát menší. Na přesnost měření ukazuje i maximální rozptyl 0,012 (sedadlo bez přídavného potahu).

Tabulka 6 Základní statistické charakteristiky pro Sedadlo C

Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]		Variační rozpětí [mm]		Směrodatná odchylka [mm]		Rozptyl [mm] ²	
	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z	Osa X	Osa Z
bez potahu	-2,402	0,001	0,106	0,153	0,041	0,057	0,002	0,003
masážní - dřevěné kuličky	-23,305	20,474	0,251	0,517	0,106	0,194	0,011	0,038
vyhřívavý	-11,089	14,881	0,229	0,298	0,098	0,125	0,010	0,016
masážní – magnety	-9,739	10,383	0,249	0,440	0,108	0,185	0,012	0,034
sportovní	-14,431	15,906	0,028	0,078	0,013	0,028	0,000	0,001

Sedadlo C se, co do přesnosti měření, řadí uprostřed mezi základní a sportovní variantu. Jak hodnoty variačního rozpětí (maximum 0,517 mm na ose Z, potah s dřevěnými kuličkami), tak rozptylu (maximum 0,038, opět na ose Z - potah s dřevěnými kuličkami – viz Tab. 6) se pohybují mezi maximy těchto ukazatelů u předchozích dvou typů sedadel.

Zajímavostí je, že kromě jediného případu (Sedadlo B s vyhřívavým potahem) byla větší hodnota rozpětí i rozptylu naměřena na vertikální ose Z. Důvodem by mohla být obtížnější manipulace s měřicím ramenem ve svislém směru, vlivem jeho váhy. Vzhledem ke zjištěným hodnotám vybraných statistických ukazatelů ale hodnotím měření celkově jako způsobilé pro potřeby experimentu i vzhledem ke zkontrolovaným datům R&R pro měření, která probíhají v rámci periodických testů. I z těchto důvodů považuji aritmetický průměr jako vhodný ukazatel k dalšímu zpracování, jelikož v tomto případě výsledky výrazně nezkrslují (díky absenci značně odlehklých hodnot).

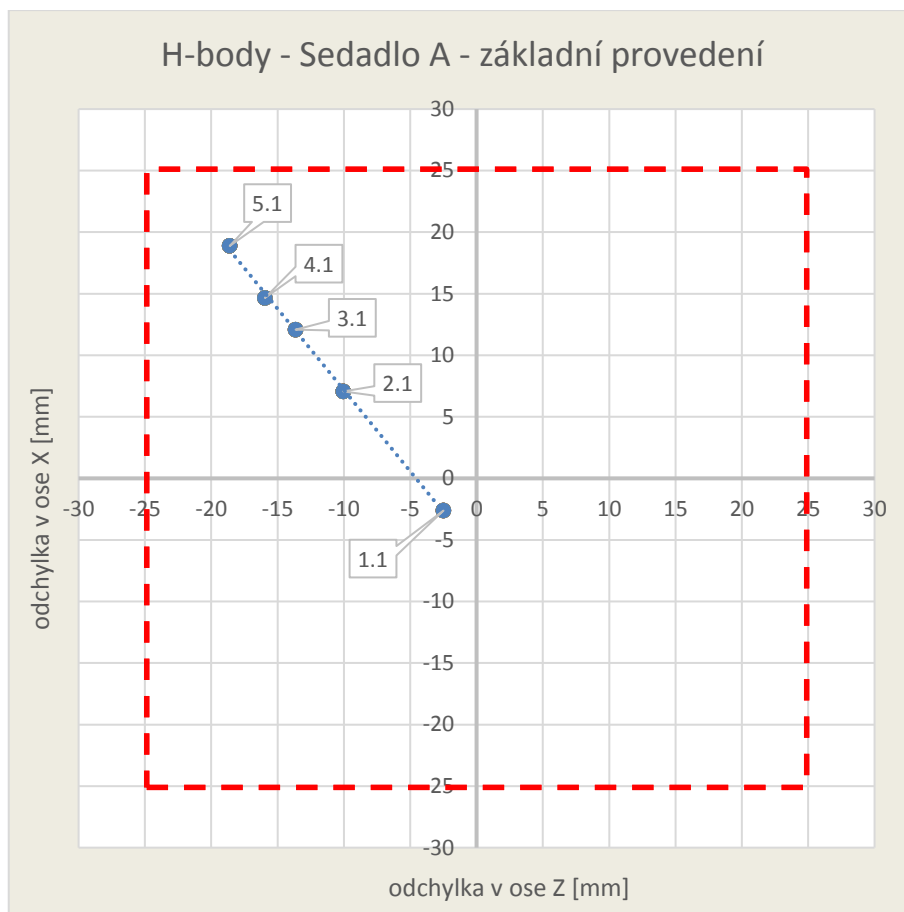
3.6 Grafické zpracování výsledků

3.6.1 Grafy a tabulky pro jednotlivá sedadla

Pro názornější zobrazení výsledků slouží následující grafy. Čtverec, který ohraničuje červená přerušovaná linie, označuje hranice maximální přípustné tolerance H-bodu podle předpisu EHK č. 17. Jako hodnoty byly použity aritmetické průměry naměřených odchylek, uvedené v tabulkách 4, 5 a 6. Pro lepší orientaci v grafech byla sedadlům a přídatným potahům přiřazena označení (viz Tab. 7).

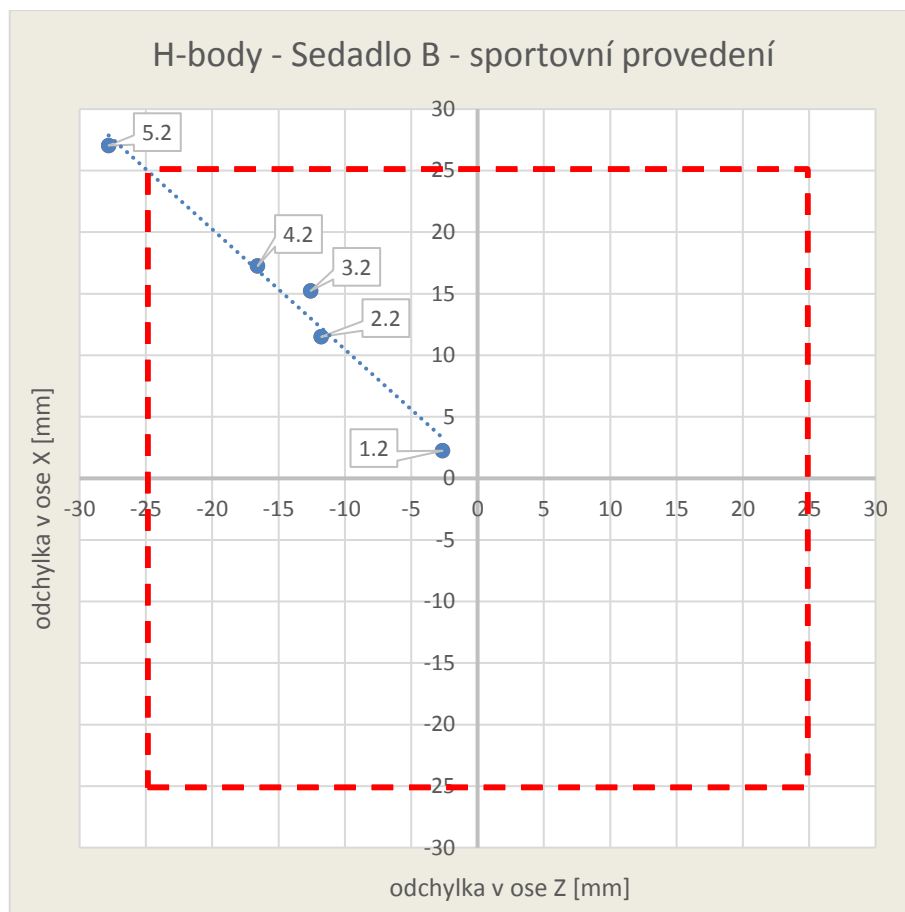
Tabulka 7 Značení potahů na jednotlivých sedačkách použitá v grafech

Sedadlo	Přídavný potah	Přiřazené označení
A - základní provedení	bez přídavného potahu	1.1
	vyhříváný	2.1
	masážní – magnety	3.1
	sportovní	4.1
	masážní - dřevěné kuličky	5.1
B - sportovní provedení	bez přídavného potahu	1.2
	vyhříváný	2.2
	masážní – magnety	3.2
	sportovní	4.2
	masážní - dřevěné kuličky	5.2
C - komfortní provedení	bez přídavného potahu	1.3
	vyhříváný	2.3
	masážní – magnety	3.3
	sportovní	4.3
	masážní - dřevěné kuličky	5.3



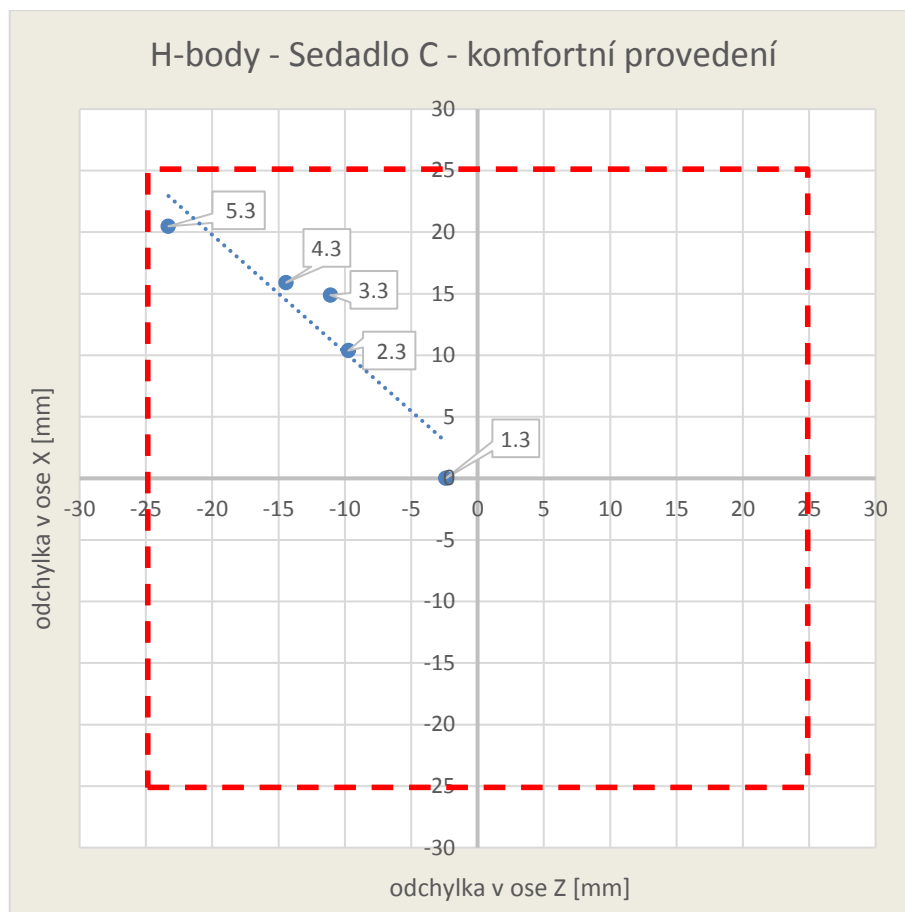
Graf 1 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla A

Z uvedeného Grafu 1 lze vidět závislost posunu souřadnic H-bodu, která je u sedadla A téměř lineární. Při měření bez použití přídavného potahu se naměřený H-bod vyskytuje do vzdálenosti ± 3 mm od nominální hodnoty R-bodu. 3DH zařízení je v tomto případě usazeno na sedadle „hlouběji“ a „dále“ od opěradlové části, v porovnání s konstrukčním bodem. To pozitivně ovlivnilo celkové hodnoty odchylek na ose Z, protože je posunulo vůči toleranci směrem k počátku. Opačná byla situace na ose X.



Graf 2 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla B

Naměřené souřadnice u sedadla B leží opět blízko lineární spojnice trendu (jak je vidět v Grafu 2), nicméně ne již tak výrazně, jako u sedadla A. Větší odchylku od této spojnice lze pozorovat u masážního potahu s magnety. Nejvýraznější posun je potom opět u masážního potahu s dřevěnými kuličkami, kde došlo k překročení tolerancí jak na ose X, tak na ose Z. Při usazení 3DH zařízení na sedadle bez přídatného potahu byl H-bod posunutý výše ve vertikálním směru, a stejně jako v předchozím případě dále od opěradlové části sedačky.



Graf 3 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla C

Při měření H-bodu na samotném sedadle C lze opět pozorovat posun H-bodu ve směru od opěradlové části (Graf 3). V rámci osy Z můžeme říct, že zjištěná hodnota se velice blíží stanovené nominální hodnotě (viz také aritmetický průměr 0,001 mm v tabulce 6). Z grafu můžeme pozorovat, že tento druh sedadla má body od spojnice trendu vzdálené nejvíce. Opět se jedná o vyhřívaný potah, ale tentokrát i o masážní s dřevěnými kuličkami a sedadlo bez potahu.

Uvedené Grafy 1, 2 a 3 naznačují závislost naměřených H-bodů při použití přídatných potahů, na parametrech konkrétního sedadla. Již u samotného sedadla byly výsledné souřadnice posunuté oproti nominálním hodnotám, s výjimkou sedadla C, kde průměrná odchylka v ose Z byla minimální.

3.6.2 Grafy a tabulky po akceptování H-bodů sedadel bez přídatných potahů jako nominální hodnoty

Tabulka 8 Hodnoty průměrných odchylek na osách X a Z pro sedadlo A (po akceptování H-bodu sedadla bez potahu jako nominální hodnoty)

Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]	
	Osa X	Osa Z
masážní - dřevěné kuličky	-16,119	21,372
vyhříváný	-11,152	14,574
masážní – magnety	-7,556	9,554
sportovní	-13,467	17,147

Tabulka 9 Hodnoty průměrných odchylek na osách X a Z pro sedadlo B (po akceptování H-bodu sedadla bez potahu jako nominální hodnoty)

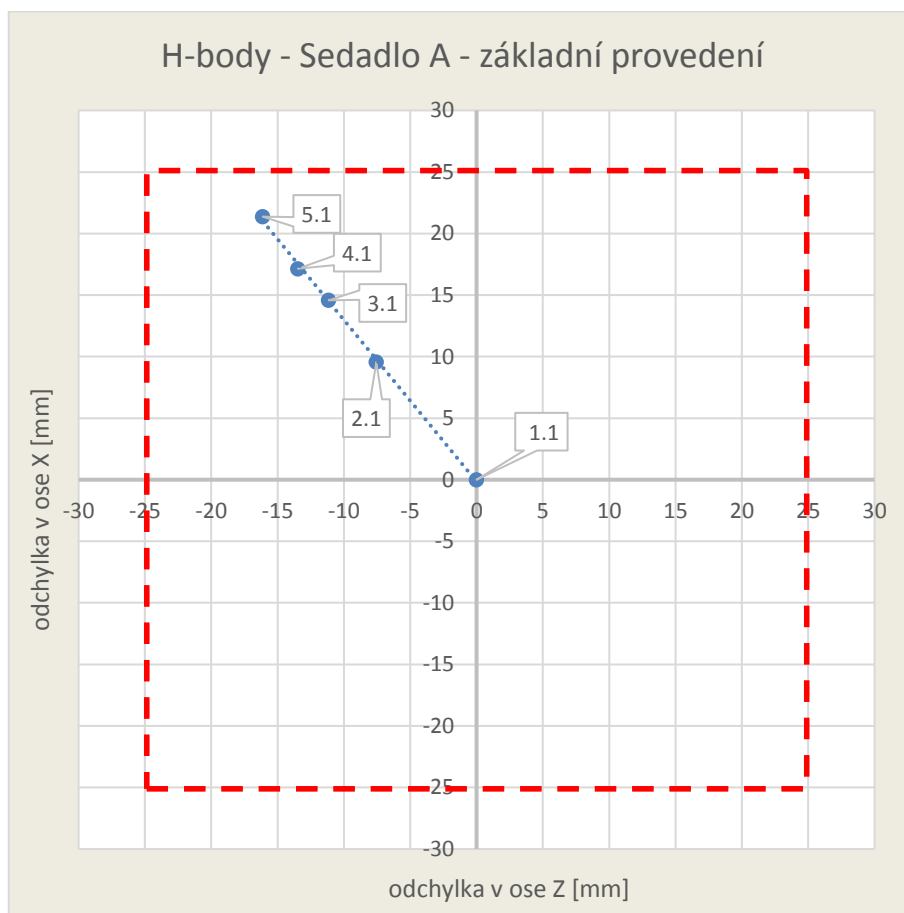
Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]	
	Osa X	Osa Z
masážní - dřevěné kuličky	-25,175	24,799
vyhříváný	-9,946	12,989
masážní – magnety	-9,151	9,258
sportovní	-13,931	15,007

Tabulka 10 Hodnoty průměrných odchylek na osách X a Z pro sedadlo C (po akceptování H-bodu sedadla bez potahu jako nominální hodnoty)

Druh použitého potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]	
	Osa X	Osa Z
masážní - dřevěné kuličky	-20,903	20,473
vyhříváný	-8,687	14,880
masážní – magnety	-7,337	10,382
sportovní	-12,029	15,905

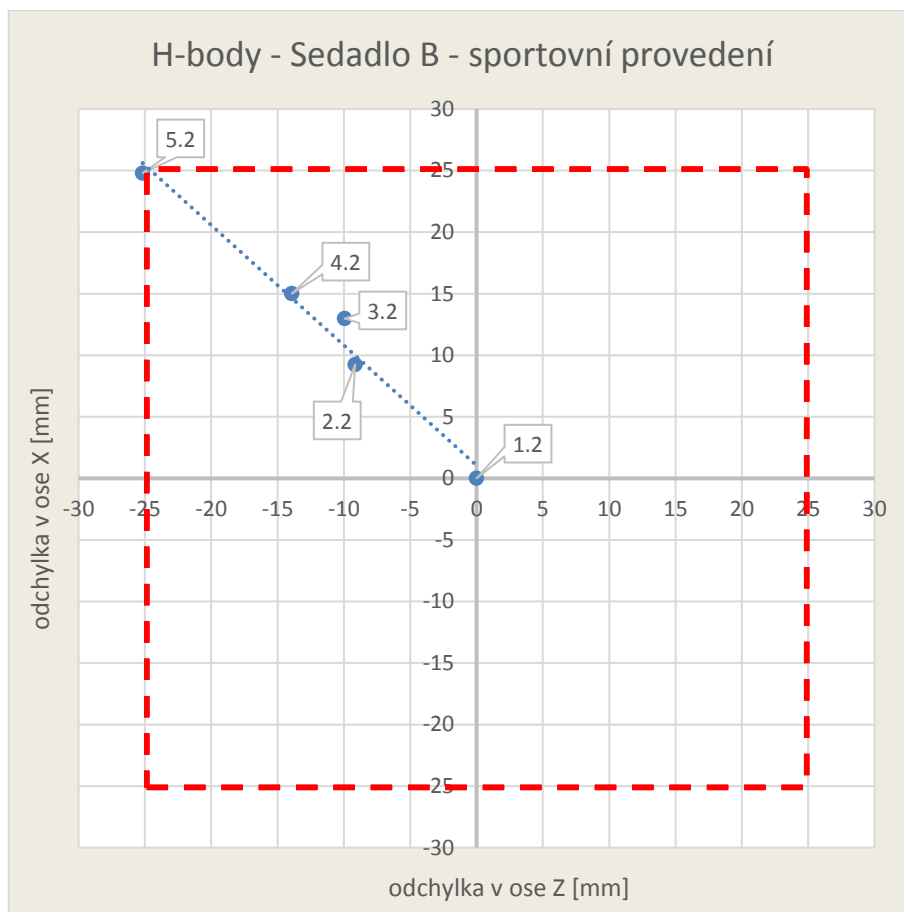
Pro lepší prokazatelnost vlivu samotných přídatných potahů na výsledné souřadnice H-bodu bylo nutné eliminovat vliv samotné sedačky. Pokud bychom hodnoty H-bodů naměřených

na sedadlech bez přídavných potahů považovali za nominální a ponechali stejné tolerance, dojde k posunu (viz hodnoty v Tab. 8, 9 a 10 a také v Grafech 4, 5 a 6).



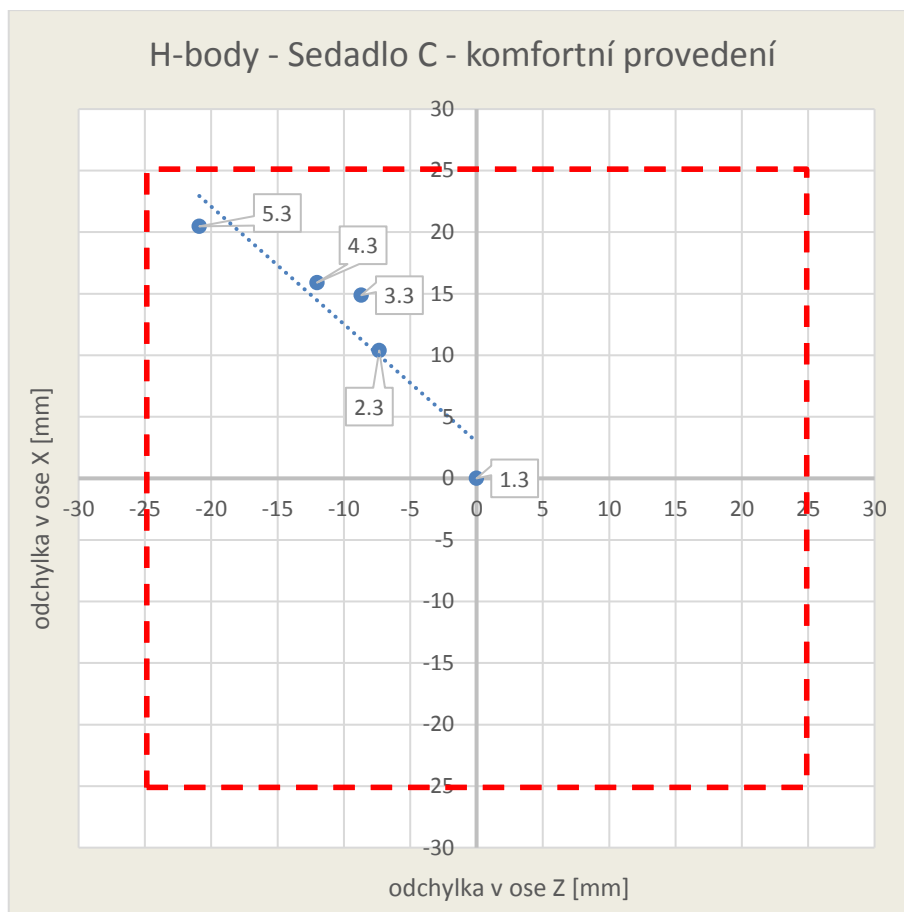
Graf 4 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla A

Při porovnání Grafů 1 a 4 můžeme pozorovat, že u sedadla A sice došlo po zohlednění parametrů samotné sedačky k pozitivnímu posunu na ose X. Velikost maximální odchylky od počátku tak byla menší. Pokud se podíváme na maximální odchylku v ose Z, je zde ale posun negativní a maximální odchylka byla k hranici tolerance blíže.



Graf 5 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla B

U jediného sedadla B došlo při měření k překročení povolených tolerancí jak v ose X, tak v ose Z. Parametry samotného sedadla měly na tuto situaci vliv, protože H-bod u sedadla bez přidavného potahu byl posunutý oproti nominální hodnotě směrem blíže hranicím tolerance (viz Graf 2). Po zohlednění tohoto vlivu se maximální odchylky sice zmenšily, nicméně i tak zůstala hodnota v ose X mimo předpisem stanovené tolerance (jak můžeme pozorovat v Grafu 5).



Graf 6 H-body pro jednotlivé potahy u sedadla C

U sedadla C šlo při posunutí hodnot do pomyslného počátku opět o pozitivní posun směrem blíže k počátečnímu bodu. Na ose Z byl ale tento posun zanedbatelný, protože průměrná odchylka samotného sedadla zde činila pouze 0,001 mm.

Poté, co byly hodnoty H-bodů pro jednotlivá samotná sedadla brány v potaz jako nominální hodnoty, došlo k viditelným posunům souřadnic H-bodů pro jednotlivé potahy. U sedadel B a C došlo k pozitivnímu posunu směrem blíže k počátku, ale u sedadla A, v rámci osy Z, k posunu negativnímu. Z tohoto poznatku plyne, že samotná sedadla mají na souřadnice H-bodů u přídatných potahů jak pozitivní, tak negativní vliv.

Z následující tabulky lze vypožorovat, že v průměru byly větší odchylky zaznamenány na vertikální ose Z. Nejmarkantnější rozdíl mezi odchylkami byl naměřen u masážního potahu s magnety. Největší odchylky souřadnic H-bodu od nominální hodnoty byly naměřeny u masážního potahu s dřevěnými kuličkami. Následoval potah sportovní a poté masážní s magnety. Nejmenší průměrné odchylky způsoboval vyhřívání potah.

Tabulka 11 Průměrné odchylky na osách u jednotlivých potahů

Druh přídavného potahu	Aritmetický průměr odchylek [mm]	
	Osa X	Osa Z
masážní - dřevěné kuličky	-20,732267	22,2150667
masážní - magnety	-9,9281333	14,148
vyhřívání	-8,0146	9,73126667
sportovní	-13,142267	16,0196667

Tabulka 12 Korelace mezi osami X a Z pro jednotlivé přídavné potahy

Sledovaná charakteristika	Druh přídavného potahu			
	masážní - dřevěné kuličky	masážní - magnety	vyhřívání	sportovní
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu mezi osami X a Z	-0,939	-0,745	-0,584	-0,296

Porovnání s pomocí Pearsonova korelačního koeficientu ukazuje největší závislost mezi odchylkami na osách X a Z u masážního potahu s dřevěnými kuličkami. Jedná se o poměrně silnou negativní korelaci. U ostatních potahů se již tak silná korelace neprokázala. Potahy (bez ohledu na použité sedadlo) tak neměly na změnu obou souřadnic konstantní vliv.

Tabulka 13 Korelace mezi osami X a Z pro jednotlivé druhy sedaček

Sledovaná charakteristika	Druh sedačky		
	A	B	C
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu mezi osami X a Z	-0,997	-0,982	-0,926

Závislost mezi osami X a Z byla daleko větší, pokud ji hodnotíme vzhledem k použitému druhu sedadla. Největší byla zaznamenána u sedadla A v základním provedení. To bylo naznačeno již v Grafu 1, kde souřadnice H-bodu ležely téměř na spojnici trendu.

3.7 Zhodnocení experimentu

Měření H-bodu u sedadel bez potahu prokázalo, že vyráběná sedadla mohou mít nepatrné odchylky od hodnoty stanovené výrobcem. Výsledné souřadnice na osách X i Z ale ležely vždy bezpečně uvnitř tolerančního pole. Charakter těchto odchylek byl různý. V některých případech bylo 3DH zařízení posazeno v rámci vertikální osy Z výše, někdy níže. Opačná byla situace na horizontální ose X. Zde bylo 3DH zařízení posunuto vždy ve větší vzdálenost směrem od opěradlové části.

Pokud budeme hodnotit vliv použití přídavných potahů, největší odchylky byly zaznamenány u masážního potahu s dřevěnými kuličkami (následoval sportovní potah, poté masážní s magnety a nakonec vyhřívaný). V případě umístění tohoto druhu potahu na sedadlo B – sportovní provedení, byly souřadnice výsledného H-bodu dokonce mimo tolerance stanovené předpisem. U ostatních potahů k překročení těchto tolerancí nedošlo. Prokázalo se ale, že pokud již u sedadla samotného je zaznamenána odchylka od konstrukčního bodu, může to poté při použití přídavného potahu rozhodovat o tom, zda je výsledný H-bod ještě v tolerančních mezích. Celkově byla větší odchylka zaznamenána na horizontální ose Z.

Závislost mezi hodnotami posunu na osách X a Z se projevila především ve vztahu k použitému druhu sedadla. U všech tří druhů byla hodnota Pearsonova korelačního koeficientu v absolutní hodnotě vyšší, než 0,9. Silnější závislost mezi osami ve vztahu k použitému potahu se projevila pouze při použití masážního potahu s dřevěnými kuličkami.

3.8 Vhodné přídavné potahy pro použití na testovaných sedadlech z hlediska H-bodu

Jak vyplynulo z experimentu, vlastnosti samotných sedaček mohou mít vliv na celkovou polohu H-bodu, zejména z hlediska existence výrobních tolerancí nebo mechanických vlastností jednotlivých komponent. Na tuto variabilitu je pohlíženo v rámci vývoje produktu, kdy je poloha H-bodu vyhodnocována s pomocí užších tolerancí, než udává předpis EHK č. 17. Pokud při měření eliminujeme tyto odchylky, dostaneme objektivnější představu o tom, jaké odchylky způsobují samotné přídavné potahy (viz údaje v Tab. 8, 9 a 10).

Z výše zmíněných tabulek vyplývá, že pouze v jednom případě došlo k překročení maximálních přípustných tolerancí, definovaných předpis EHK č. 17. Bylo tomu tak v případě masážního potahu s dřevěnými kuličkami a to při jeho použití na sedadle B. Jednalo se o překročení maximální přípustné odchylky v ose X, a to o 0,175 mm. V ose Z se pak hodnota odchylky k této hranici velice přiblížila a to na rozdíl 0,201 mm. V případě, že tvrdost samotných pěn by byla na horní toleranci, lze ale říct, že velikost odchylek tohoto potahu i pro ostatní sedačky nelze považovat za uspokojivou vzhledem k hranici tolerance.

Vzhledem k experimentem zjištěným hodnotám, byla stanovena maximální odchylka, pro kterou lze ještě potah doporučit pro použití na vybraném sedadle, na ± 20 mm v obou osách. Z tohoto závěru vyplývá, že masážní potah s dřevěnými kuličkami nelze vedle sedadla B, doporučit ani pro sedadlo A a C, kdy se odchylka alespoň v jedné ose pohybovala vždy nad touto hranicí. Konkrétně u sedadla A byla tato hranice překročena na ose Z, u sedadla C pak na ose X.

Co se týče ostatních přídavných potahů, nebyl jejich vliv na posunutí souřadnic H-bodu tak výrazný. Vždy se bezpečně pohyboval pod předpisem stanovenými tolerancemi a zároveň v žádném případě nepřekročil stanovenou hranici 20 mm.

Ze zjištěných závěrů tak nelze doporučit k použití na vybraných sedadlech pouze masážní potah s dřevěnými kuličkami.

3.9 Návrh metodiky testování H-bodu na přídavných potazích

Ze zjištění vyplývajících z experimentu se ukázalo, že při určité kombinaci přídavného potahu a automobilové sedačky může dojít k posunutí výsledného H-bodu mimo předpisem stanovené tolerance. To vede k závěru, že stejně jako jsou tyto potahy schvalovány z pohledu bočních airbagů sedadel, mělo by existovat i schválení z hlediska H-bodu. Důvodem je především fakt, že jeho poloha (respektive poloha R-bodu), má přímou souvislost s bezpečností pasažéra automobilu.

Každé automobilové sedadlo je v rámci předpisu EHK testováno a výsledné souřadnice H-bodu musí ležet ve čtverci ± 25 mm od konstrukčního bodu (R-bodu) sedadla. To znamená, že může existovat nespočet kombinací, kdy přídavný potah posune tyto souřadnice nad rámec stanovených tolerancí. Cílem metodiky tak není zkoumat kombinaci vlivu sedadla a přídavného potahu, ale pouze posun v rámci osy X a Z, který způsobuje samotný přídavný potah. Je tak zajištěno, že pokud by skutečná hodnota H-bodu samotného sedadla ležela přímo v bodu R (tzn. odchylka v ose X i Z by byla 0 mm), přídavný potah sám nezpůsobí posun mimo stanovené tolerance.

3.9.1 Metodika a její konkrétní kroky

Podmínky:

- Předpokladem k úspěšné aplikaci metodiky je znalost a dodržení podmínek předpisu EHK č. 17. Laboratoř, respektive testovací pracoviště, musí být vybaveno odpovídající kalibrovanou měřicí technikou.
- Jedná se zejména o 3D měřicí rameno a siloměr schopný měřit potřebné síly zmíněné v experimentální části práce věnované předpisu EHK č. 17.
- Některé komponenty sedačky i přídavného potahu mohou vykazovat rozdílné vlastnosti vlivem klimatických podmínek. Z tohoto důvodu je nutné před a během měření dodržet následující laboratorní podmínky:

Relativní vlhkost: 50 ± 10 %

Teplota vzduchu: 23 ± 2 °C

Dle předpisu EHK č. 17 je nutné dodržet pouze teplotu 20 ± 10 °C, nicméně především u polyuretanových pěn je změna jejich vlastností vlivem rozdílné teploty a vlhkosti

značná, což je důvodem k uvedení menších tolerancí. Ty vychází z normy ČSN EN ISO 291 Plasty - Standardní prostředí pro kondicionování a zkoušení, která podrobněji popisuje podmínky, které jsou vhodné pro zkoušení plastů [40].

Měření H-bodu s použitým potahem musí probíhat minimálně na třech automobilových sedadlech stejného typu (tzn. například 3x přední sedadlo řidiče, 3x přední sedadlo spolujezdce atd.) s ohledem na účel použití přídavného potahu.

- Sedadla nesmí být do té doby použita, aby se zabránilo případně existenci různých druhů deformací.
 - Musí se jednat o sedadla automobilů určených pro evropský trh.
- Tím je splněna podmínka jejich homologace podle předpisů EHK a potřebných legislativních požadavků, včetně měření samotného H-bodu.

3.9.2 Jednotlivé kroky měření

- a) Konkrétní sedačka může být během měření upevněna jak v k tomu určeném automobilu, tak na měřicí stoličce. Povrch této stoličky musí svými vlastnostmi odpovídat podlaze automobilu v místě uchycení. Sedadlo se podle návodu výrobce upevní do stanovené polohy odpovídající specifikovaným koordinátům. Nejprve je měřen H-bod samotného sedadla podle předpisu EHK č. 17 (10 opakování). Zároveň musí být splněna podmínka, že maximální odchylka v ose Y je ± 3 mm. V opačném případě je nutné předchozí postup v tomto bodě opakovat.
- b) 2 Největší a 2 nejmenší hodnoty pro osu X i Z jsou poté z dalšího zpracování vyřazeny.
- c) Pro hodnoty v osách X a Z jsou spočteny směrodatné odchylky dle vzorce:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (6.1)$$

Poznámka: Jako způsobilé se považuje měření, při kterém je maximální směrodatná odchylka pro obě osy 0,5 mm. Pokud není tato podmínka splněna, je nutné postup z předchozích bodů opakovat.

- d) Ze zbylých naměřených hodnot pro každou osu jsou poté spočteny aritmetické průměry. Pro osu X nazveme aritmetický průměr \bar{X}_1 , pro osu Z pak \bar{Z}_2 .

- e) Na sedadlo je podle originálních instrukcí (pokud jsou přibaleny) umístěn vybraný přídavný potah. Pokud zde instrukce chybí, umístí se tak, aby byl podélně a příčně vycentrován vůči středovým osám sedadla. Poté je opakováno měření podle předpisu EHK č. 17.
- f) Pro naměřené hodnoty se opakuje postup z bodů b), c). Opět pak musí být dodržena podmínka, že maximální odchylka v ose Y je ± 3 mm.
- g) Ze zbylých hodnot pro každou osu jsou poté spočteny aritmetické průměry. Pro osu X nazveme aritmetický průměr \bar{X}_2 , pro osu Z pak \bar{Z}_2 .
- h) Aby byl eliminován vliv parametrů samotného sedadla na výsledné souřadnice H-bodu při použití přídavného potahu, odečtou se aritmetické průměry odchylek podle následujících vzorců:

$$X_R = |\bar{X}_2| - |\bar{X}_1| . \quad (7.1)$$

$$Z_R = |\bar{Z}_2| - |\bar{Z}_1| . \quad (8.1)$$

Kde:

X_R je odchylka způsobená přídavným potahem v ose X.

Z_R je odchylka způsobená přídavným potahem v ose Z.

Poznámka: Odchylka s přídavným potahem bude v obou osách v absolutní hodnotě vždy větší nebo rovna odchylce bez přídavného potahu. Z toho plyne, že X_R i Z_R budou vždy nezáporné.

- i) Postup v bodech a) až h) se opakuje pro všechny vybrané sedačky.
- j) Maximální přípustná hodnota X_R je rovna 24 mm.
- k) Maximální přípustná hodnota Z_R je rovna 24 mm.
(Vzhledem k maximální povolené hodnotě směrodatných odchylek (0,5 mm) byla maximální povolená hodnota odchylek z předpisu EHK č. 17 (± 25 mm) ponížena o 1 mm na ± 24 mm).
- l) Pro každou sedačku se provede vyhodnocení podle Tabulky 14.

Tabulka 14 Tabulka hodnocení přídavného potahu

Hodnocení přídavného potahu	Hodnoty rozdílů odchylek na osách X a Z [mm]	
	X_R	Z_R
A – zelená	$0 \leq X_R \leq 20$	$0 \leq Z_R \leq 20$
B – žlutá	$20 < X_R \leq 24$	$0 \leq Z_R \leq 24$
C - červená	$24 < X_R$	$24 < Z_R$

- m) Pokud alespoň u jedné sedačky s konkrétním potahem dojde v rámci některé z os k hodnocení C (červená), není použití tohoto potahu doporučeno. V případě, že nejméně v jednom případě bylo dosaženo hodnocení B, připouští se použití tohoto potahu, nicméně je doporučeno zavést opatření, která povedou ke zlepšení a následnému hodnocení A – zelená. Pokud bylo ve všech případech dosaženo hodnocení A - zelená, je použití vzhledem k výsledné poloze H-bodu, bez výhrad.

4. Závěr

V první části práce byly popsány charakteristiky automobilových sedaček a způsoby jejich testování v rámci sériové výroby. Byla uvedena metodika zkoušení, ale i funkce a účel jednotlivých částí a mechanismů sedaček. Ve zkratce pak byly uvedeny běžné druhy přídavných automobilových potahů. Popisované postupy by měly čtenáři sloužit k lepší představě o tom, jaké všechny parametry jsou průběžně prověřovány u jedné součásti automobilu.

Prvním cílem bylo vyhodnotit vliv přídavných potahů na výsledky měření H-bodu. Ukázalo se, že u jednoho potahu dojde při jeho použití k posunutí souřadnic H-bodu mimo předpisem stanovené tolerance. Z toho plyne závěr, že ne každý produkt aktuálně schválený například Národním schválením, je ve všech směrech vhodný k použití na automobilové sedačky. Může zvyšovat riziko poranění pasažéra v případě nehody tím, že vychýlí jeho tělo mimo polohu vhodnou ke správné funkci bezpečnostních systémů.

Dále se experimentem podařilo prokázat, že parametry samotné sedačky mohou mít při aplikaci přídavného potahu jak pozitivní, tak negativní vliv na výslednou polohu H-bodu. Někdy bylo sedadlo „měkčí“ a figurína byla usazena hlouběji v sedačce, někdy byla situace opačná. Závislost velikosti posunu mezi osami X (ve směru opěradla) a Z (ve směru sedáku) se obecně prokázala spíše ve vztahu k použité sedačce.

Dalším cílem bylo vytvořit metodiku, podle které by bylo možné hodnotit vhodnost použití přídavného potahu z hlediska polohy H-bodu. Byl vytvořen postup, který čerpal z poznatků získaných během experimentu. Obsahuje několik bodů a závěrečné hodnocení, které se dělí na tři stupně – A, B a C. Jde o návrh, který by bylo do budoucna možné brát například jako podklad pro udílení Národního schválení z hlediska polohy H-bodu.

Ohledně dalšího výzkumu se nabízí možnost detailněji zkoumat vliv přídavných potahů i na další charakteristiky a celkové vlastnosti sedaček. Jako příklad lze uvést míru stlačování kompletních sedáků, nebo změnu rozložení kontaktních tlaků mezi testovací figurínou a sedačkou s tímto potahem. Otázkou je také, jak se k použití přídavných potahů staví výrobci samotných automobilů, vzhledem k případnému většímu opotřebení sedačky a s tím spojeným rizikem poškození a reklamace.

Seznam použitých zdrojů

- [1] VINCENC, Josef. Návrh zařízení pro testování a měření ovládacích sil automobilových sedadel. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství.
- [2] Správná pozice za volantem a jeho držení. *Ibesip.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/spravna-pozice-za-volantem-a-jeho-drzeni>
- [3] EUR-Lex - 42010X0831(03) – EN – EUR-Lex. *Eur-lex.europa.eu*. [online]. 31. 8. 2010. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1448373055111&uri=CELEX:42010X0831\(03\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1448373055111&uri=CELEX:42010X0831(03))
- [4] Hes, L., Prof. Ing., DrSc., Sluka, P., Bc.: Úvod do komfortu textilií. Liberec. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 1.vyd. 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [5] JÍNA, Filip. Vliv dynamického namáhání na komfort sedění. Liberec, 2009. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní.
- [6] SEIGLER, Thomas Michael. A Comparative Analysis of Air-inflated and Foam Seat Cushions for Track Seats. Blacksburg, 2002. Diplomová práce. Virginia Polytechnic Institut and State University. Faculty of Mechanical Engineering.
- [7] PETŘÍK, Jan. Interakce automobilové sedačky a zátěže. Liberec, 2008. Disertační práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií. ISBN 978-80-7372-426-9.
- [8] Software. *Labormachine.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://labormachine.cz/software/>
- [9] Product Developement, Design, Engineering, Prototyping & Tooling Manufacturing Services - Rosevi. *Rcoeng.com*. [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.rcoeng.com/robostand-robotic-seat-testing-software-module.html>
- [10] MÁČALA, Stanislav. Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství.

- [11] ZÍTKA, Matěj. Prvky bezpečnosti motorových vozidel. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.
- [12] DVOŘÁK, František. Zachránil víc než milion lidí, připoutal je. *Auto.idnes.cz*. [online]. 5. 2. 2009. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/zachranil-vic-nez-milion-lidi-pripoutal-je-fjn-/automoto.aspx?c=A090130_135736_automoto_fdv
- [13] DUCHOŇ, Jiří. Bezpečnostní pás slaví padesát let. *Autorevue.cz*. [online]. 16. 3. 2009. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pas-slavi-padesat-let_3
- [14] CHVÍLÍČKOVÁ, Kateřina. Zadržné systémy v motorových vozidlech jako prvek pasivní bezpečnosti. Brno, 2010. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Fakulta pedagogická.
- [15] Video: jak Volvo testuje sedačky a bezpečnostní pásy. *Securitymagazin.cz*. [online]. [cit. 2015-08-28]. Dostupné z: <http://www.securitymagazin.cz/technologie/video-jak-volvo-testuje-sedacky-a-bezpecnostni-pasy-1404043905.html>
- [16] DVOŘÁČEK, Miloš. Nárazové zkoušky osobních automobilů. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.
- [17] Sajdl, Jan. Boční náraz – Euro NCAP. *Autolexicon.net*. [online]. 30. 3. 2011. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [18] Seat Airbag – Shear Comfort Ltd. *Shearcomfort.com*. [online]. [cit. 2015-08-28]. Dostupné z: <http://www.shearcomfort.com/images/content/sideairbag.jpg>
- [19] SVATOŇ, Jan. Hodnocení pasivní bezpečnosti osobních automobilů. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta.
- [20] VÝROBA SEDADIEL: SEDADLO PRE RENAULT CAPTURE NÁM DALO RIADNE ZABRAŤ. *Porovnajauto.sk*. [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.porovnajauto.sk/zaujímavosti/sedadlova-alchymia>
- [21] POKORNÝ, Ondřej. Textilie v interiéru osobních automobilů z hlediska akustických vlastností. Liberec, 2010. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní.
- [22] KUBELKA, Lukáš. Návrh optimalizace podnikových procesů. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta podnikatelská.

- [23] POKA-YOKE. *Ikvalita.cz*. [online]. 18. 1. 2012. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>
- [24] Poka-yoke: *Zabránění vzniku neshod ve výrobním procesu* [online]. FMMI [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>
- [25] PokaYoke. *Mylean.de*. [online]. 2013. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.mylean.de/>
- [26] © 2016 Elektronická knihovna TÜV SÜD Czech s.r.o. *Mezinárodní-předpisy.tuv-sud.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integrované-ceske-preklady/ehk-017.html>
- [27] TEPLÍKOVÁ, Adéla. Studium mechanických vlastností textilních potahů sedaček do aut. Liberec, 2009. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní.
- [28] Pracovní potah na sedačku – nylon. *Fortel-katalog.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.fortel-katalog.cz/pracovni-potah-na-sedacku-auta-nylon.htm>
- [29] Magnetoterapie. *Masaze-ovcackova.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://masaze-ovcackova.cz/sluzby/magnetoterapie/>
- [30] Katalog autodoplňků COMPASS – Potahy sedadel. *Compass.de*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.compass.cz/katalog.php?kategorie=04>
- [31] 04 107 Potah sedadla kuličkový 127x38cm - Katalog autodoplňků COMPASS. *Compass.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.compass.cz/zobraz.php?co=04107>
- [32] Národní schválení (ATEST 8SD) TÜV SÜD Czech. *Tuv-sud.cz.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.tuv-sud.cz/cz-cz/odvetvi/automobilovy-prumysl/vyrobcivozidel-oem/narodni-schvaleni-atest-8sd>
- [33] 31 659 Potah sedadla masážní s magnety šedý - Katalog autodoplňků COMPASS. *Compass.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.compass.cz/zobraz.php?co=31659>

- [34] 04 120 Potah vyhřívaný 12V COMFORT - Katalog autodoplňků COMPASS. *Compass.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.compass.cz/zobraz.php?co=04120>
- [35] 031 650 Potah sedadla RACE černo-šedý - Katalog autodoplňků COMPASS. *Compass.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.compass.cz/zobraz.php?co=31650>
- [36] Luxor Beige Interior Front Seat for the 2016 Porsche Macan S #105467418. *Gtcarlot.com*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://gtcarlot.com/interiors/Porsche/Macan/2016/107010683/105467418.html>
- [37] SCHAFFER, Michael. 2013 Porsche Cayenne Diesel First Test. *Motortrend.com*. [online]. 4. 4. 2013. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.motortrend.com/news/2013-porsche-cayenne-diesel-first-test/>
- [38] Luxor Beige Interior Front Seat for the 2015 Porsche Macan Turbo #94459721. *Gtcarlot.com*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://gtcarlot.com/interiors/Porsche/Macan/2015/93983242/94459721.html>
- [39] Měřicí ramena FARO – PRIMA BILAVČÍK. *Merici-pristroje.cz*. [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.merici-pristroje.cz/merici-ramena-faro/>
- [40] ČSN EN ISO 291. *Plasty - Standardní prostředí pro kondicionování a zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 1998.